

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
30. Mai 2002 (30.05.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/42300 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **C07D 471/04**,  
A61K 31/437, A61P 9/00, 15/00 // (C07D 471/04, 231:00,  
221:00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/12966

(22) Internationales Anmeldedatum:  
9. November 2001 (09.11.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
100 57 751.2 22. November 2000 (22.11.2000) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **BAYER AKTIENGESellschaft** [DE/DE];  
51368 Leverkusen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **STASCH, Jo-**  
**hannes-Peter** [DE/DE]; Alfred-Nobel-Str. 109,  
42651 Solingen (DE). **FEURER, Achim** [DE/DE];  
Schlinghofenerstr. 36, 51519 Odenthal (DE). **WEIGAND,**  
**Stefan** [DE/DE]; Rückertweg 35, 42115 Wuppertal (DE).  
**STAHL, Elke** [DE/DE]; Reuterstr. 124, 51467 Bergisch  
Gladbach (DE). **FLUBACHER, Dietmar** [DE/DE];  
Walderstr. 352, 40724 Hilden (DE). **ALONSO-ALIJA,**  
**Cristina** [ES/DE]; August-Macke-Weg 3, 42781 Haan

(DE). **WUNDER, Frank** [DE/DE]; Viktoriastr. 91, 42115  
Wuppertal (DE). **LANG, Dieter** [DE/DE]; Wimmers-  
berger Str. 60, 42553 Velbert (DE). **DEMBOWSKY,**  
**Klaus** [DE/US]; 289 Shawmut Avenue, Boston, MA  
02116 (US). **STRAUB, Alexander** [DE/DE]; Moospfad  
30, 42113 Wuppertal (DE). **PERZBORN, Elisabeth**  
[DE/DE]; Am Tescher Busch 13, 42327 Wuppertal (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **BAYER AKTIENGE-**  
**SELLSCHAFT**; 51368 Leverkusen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,  
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,  
SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,  
ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),  
OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: NOVEL CARBAMATE-SUBSTITUTED PYRAZOLOPYRIDINE DERIVATIVES

(54) Bezeichnung: NEUE CARBAMAT-SUBSTITUIERTE PYRAZOLOPYRIDINDERIVATE

(57) Abstract: The invention relates to novel pyrazolopyridine derivatives of the formula (I), wherein R<sup>1</sup> represents hydrogen or a di-C<sub>1-6</sub>-alkylaminocarbonyl group, R<sup>2</sup> represents a rest of the formula -O-CO-NR<sup>3</sup>R<sup>4</sup>, wherein R<sup>3</sup> and R<sup>4</sup> are the same or different and represent a rest of the group comprising optionally substituted C<sub>6</sub>1-6 ?alkyl, optionally substituted C<sub>6</sub>2-6 ?alkenyl, or optionally substituted C<sub>6</sub>3-8 ?cycloalkyl; or which, together with the nitrogen atom to which they are bound, form a five- to seven-membered saturated heterocycle that may optionally contain an additional hetero atom from the group N, O, S and/or that may be optionally substituted, and to the salts, isomers and hydrates of said derivatives, as stimulants of the soluble guanylate cyclase and for use as agents for treating cardiovascular diseases, hypertonia, thromboembolic diseases and ischemia, sexual dysfunction or inflammations, and for treating diseases of the central nervous system.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft neue Pyrazolopyridinderivate der Formel (I), worin R<sup>1</sup> für Wasserstoff oder einen Di-C<sub>1-6</sub>-alkylaminocarbonylrest steht, R<sup>2</sup> für einen Rest der Formel -O-CO-NR<sup>3</sup>R<sup>4</sup> steht, wobei R<sup>3</sup> und R<sup>4</sup> gleich oder voneinander verschieden sein können und für einen Rest aus der Gruppe, bestehend aus gegebenenfalls substituiertem C<sub>1-6</sub>-Alkyl, gegebenenfalls substituiertem C<sub>2-6</sub>-Alkenyl, oder gegebenenfalls substituiertem C<sub>3-8</sub>-Cycloalkyl, steht; oder zusammen mit dem Stickstoffatom, an das sie gebunden sind, einen fünf- bis siebengliedrigen gesättigten Heterocyclus bilden, der gegebenenfalls ein weiteres Heteroatom aus der Gruppe N, O, S enthalten und/oder gegebenenfalls substituiert sein kann; sowie Salze, Isomere und Hydrate davon als Stimulatoren der löslichen Guanylatcyclase und zur Verwendung als Mittel zur Behandlung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Hypertonie, von thromboembolischen Erkrankungen und Ischämien, sexueller Dysfunktion oder Entzündungen sowie zur Behandlung von Erkrankungen des Zentralnervensystems.



WO 02/42300 A1



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

### Neue Carbamat-substituierte Pyrazolopyridinderivate

Die vorliegende Erfindung betrifft neue chemische Verbindungen, welche die lös-  
liche Guanylatcyclase stimulieren, ihre Herstellung und ihre Verwendung als Arznei-  
mittel, insbesondere als Arzneimittel zur Behandlung von Herz-Kreislauf-Er-  
krankungen.

Eines der wichtigsten zellulären Übertragungssysteme in Säugerzellen ist das  
cyclische Guanosinmonophosphat (cGMP). Zusammen mit Stickstoffmonoxid (NO),  
das aus dem Endothel freigesetzt wird und hormonelle und mechanische Signale  
überträgt, bildet es das NO/cGMP-System. Die Guanylatcyclasen katalysieren die  
Biosynthese von cGMP aus Guanosintriposphat (GTP). Die bisher bekannten Ver-  
treter dieser Familie lassen sich sowohl nach strukturellen Merkmalen als auch nach  
der Art der Liganden in zwei Gruppen aufteilen: Die partikulären, durch natriure-  
tische Peptide stimulierbaren Guanylatcyclasen und die löslichen, durch NO stimu-  
lierbaren Guanylatcyclasen. Die löslichen Guanylatcyclasen bestehen aus zwei  
Untereinheiten und enthalten höchstwahrscheinlich ein Häm pro Heterodimer, das  
ein Teil des regulatorischen Zentrums ist. Dieses hat eine zentrale Bedeutung für den  
Aktivierungsmechanismus. NO kann an das Eisenatom des Häms binden und so die  
Aktivität des Enzyms deutlich erhöhen. Hämfreie Präparationen lassen sich hingegen  
nicht durch NO stimulieren. Auch CO ist in der Lage, am Eisen-Zentralatom des  
Häms anzugreifen, wobei die Stimulierung durch CO deutlich geringer ist als die  
durch NO.

Durch die Bildung von cGMP und der daraus resultierenden Regulation von Phos-  
phodiesterasen, Ionenkanälen und Proteinkinasen spielt die Guanylatcyclase eine  
entscheidende Rolle bei unterschiedlichen physiologischen Prozessen, insbesondere  
bei der Relaxation und Proliferation glatter Muskelzellen, der Plättchenaggregation  
und -adhäsion und der neuronalen Signalübertragung sowie bei Erkrankungen,  
welche auf einer Störung der vorstehend genannten Vorgänge beruhen. Unter patho-

physiologischen Bedingungen kann das NO/cGMP-System supprimiert sein, was zum Beispiel zu Bluthochdruck, einer Plättchenaktivierung, einer vermehrten Zellproliferation, endothelialer Dysfunktion, Atherosklerose, Angina pectoris, Herzinsuffizienz, Thrombosen, Schlaganfall und Myokardinfarkt führen kann.

5

Eine auf die Beeinflussung des cGMP-Signalweges in Organismen abzielende NO-unabhängige Behandlungsmöglichkeit für derartige Erkrankungen ist aufgrund der zu erwartenden hohen Effizienz und geringen Nebenwirkungen ein vielversprechender Ansatz.

10

Zur therapeutischen Stimulation der löslichen Guanylatcyclase wurden bisher ausschließlich Verbindungen wie organische Nitrate verwendet, deren Wirkung auf NO beruht. Dieses wird durch Biokonversion gebildet und aktiviert die lösliche Guanylatcyclase durch Angriffe am Eisenzentralatom des Häms. Neben den Nebenwirkungen gehört die Toleranzentwicklung zu den entscheidenden Nachteilen dieser Behandlungsweise.

15

20

In den letzten Jahren wurden einige Substanzen beschrieben, die die lösliche Guanylatcyclase direkt, d.h. ohne vorherige Freisetzung von NO stimulieren, wie beispielsweise 3-(5'-Hydroxymethyl-2'-furyl)-1-benzylindazol (YC-1, Wu et al., Blood 84 (1994), 4226; Mülsch et al., Br.J.Pharmacol. 120 (1997), 681), Fettsäuren (Goldberg et al, J. Biol. Chem. 252 (1977), 1279), Diphenyliodonium-hexafluorophosphat (Pettibone et al., Eur. J. Pharmacol. 116 (1985), 307), Isoliquiritigenin (Yu et al., Brit. J. Pharmacol. 114 (1995), 1587) sowie verschiedene substituierte Pyrazolderivate (WO 98/16223).

25

30

Weiterhin sind in der WO 98/16507, WO 98/23619, WO 00/06567, WO 00/06568, WO 00/06569 und WO 00/21954 Pyrazolopyridinderivate als Stimulatoren der löslichen Guanylatcyclase beschrieben. In diesen Patentanmeldungen sind auch Pyrazolopyridine beschrieben, welche einen Pyrimidinrest in 3-Position aufweisen. Derartige Verbindungen weisen eine sehr hohe in vitro Aktivität bezüglich der

Stimulation der löslichen Guanylatcyclase auf. Allerdings zeigte es sich, dass diese Verbindungen hinsichtlich ihrer in vivo-Eigenschaften wie beispielsweise ihrem Verhalten in der Leber, ihrem pharmakokinetischen Verhalten, ihrer Dosis-Wirkungsbeziehung oder ihrem Metabolisierungsweg einige Nachteile aufweisen.

5

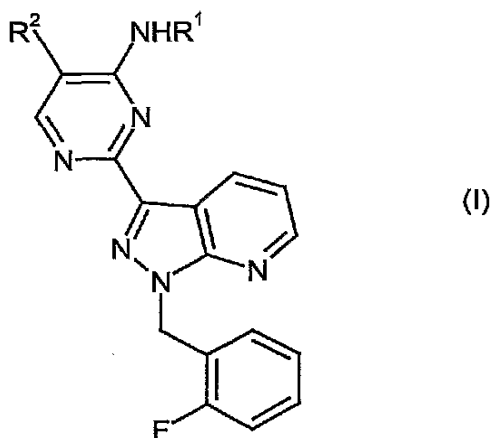
Es war daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, weitere Pyrazolopyridinderivate bereitzustellen, welche als Stimulatoren der löslichen Guanylatcyclase wirken, aber nicht die vorstehend aufgeführten Nachteile der Verbindungen aus dem Stand der Technik aufweisen.

10

Diese Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindungen durch Verbindungen gemäß Anspruch 1 gelöst. Diese neuen Pyrazolopyridinderivate zeichnen sich durch einen Pyrimidinrest in 3-Position aus, der ein bestimmtes Substitutionsmuster aufweist, nämlich einen Carbamat- oder Thiocarbamatrest in 5-Position des Pyrimidinrings sowie eine Aminogruppe oder eine Dialkylamidgruppe in 4-Position des Pyrimidinrings.

15

Im einzelnen betrifft die vorliegende Erfindung Verbindungen der Formel (I)



20

worin

$R^1$  für Wasserstoff oder einen Di- $C_{1-6}$ -alkylaminocarbonylrest steht,

$R^2$  für einen Rest der Formel  $-O-CX-NR^3R^4$  steht,

wobei

5

X für O oder S steht;

10

$R^3$  und  $R^4$  gleich oder voneinander verschieden sein können und für einen Rest aus der Gruppe, bestehend aus H, gegebenenfalls substituiertem  $C_{1-6}$ -Alkyl, gegebenenfalls substituiertem  $C_{1-6}$ -Alkoxy- $C_{1-6}$ -alkyl, gegebenenfalls substituiertem Hydroxy- $C_{1-6}$ -alkyl, gegebenenfalls substituiertem  $C_{2-6}$ -Alkenyl, gegebenenfalls substituiertem  $C_{1-6}$ -Alkylcarbonyloxy- $C_{1-6}$ -alkyl, gegebenenfalls substituiertem Hydroxycarbonyl- $C_{1-6}$ -alkyl, gegebenenfalls mit einem  $C_{1-6}$ -Alkylrest substituiertem Phenyl, einem gegebenenfalls über einen  $C_{1-6}$ -Alkylrest an das Stickstoffatom gebundenen gesättigten fünf- bis siebengliedrigen Heterocyclus oder gegebenenfalls substituiertem  $C_{3-8}$ -Cycloalkyl, steht, wobei  $R^3$  und  $R^4$  nicht gleichzeitig H sein können;

15

20

oder

25

$R^3$  und  $R^4$  zusammen mit dem Stickstoffatom, an das sie gebunden sind, einen fünf- bis siebengliedrigen gesättigten Heterocyclus bilden, der gegebenenfalls ein weiteres Heteroatom aus der Gruppe N, O, S enthalten und/oder gegebenenfalls substituiert bzw. mit einem Phenylring anelliert sein kann;

30

sowie Salze, Isomere und Hydrate davon.

Bevorzugt sind gemäß der vorliegenden Erfindung Verbindungen der Formel (I), bei denen

5  $R^1$  für Wasserstoff oder einen Di- $C_{1-6}$ -alkylaminocarbonylrest steht,

$R^2$  für einen Rest der Formel  $-O-CX-NR^3R^4$  steht,

wobei

10

X für O oder S steht;

15

$R^3$  und  $R^4$  gleich oder voneinander verschieden sein können und für einen Rest aus der Gruppe, bestehend aus H,  $C_{1-6}$ -Alkyl, das gegebenenfalls einen CN- oder einen Halogensubstituenten trägt,  $C_{1-6}$ -Alkoxy- $C_{1-6}$ -alkyl, Hydroxy- $C_{1-6}$ -alkyl,  $C_{2-6}$ -Alkenyl,  $C_{1-6}$ -Alkylcarbonyloxy- $C_{1-6}$ -alkyl,  $C_{1-6}$ -Alkoxycarbonyl- $C_{1-6}$ -alkyl, Hydroxycarbonyl- $C_{1-6}$ -alkyl, Phenyl, p-Tolyl, einem über einen  $C_{1-6}$ -Alkandiylrest an das Stickstoffatom gebundenen gesättigten fünf- bis siebengliedrigen Heterocyclus mit bis zu 2 Sauerstoffatomen oder gegebenenfalls substituiertem  $C_{3-8}$ -Cycloalkyl, steht, wobei  $R^3$  und  $R^4$  nicht gleichzeitig H sein können;  
oder

20

25

$R^3$  und  $R^4$  zusammen mit dem Stickstoffatom, an das sie gebunden sind, einen fünf- bis siebengliedrigen gesättigten Heterocyclus bilden, der gegebenenfalls ein weiteres Heteroatom aus der Gruppe N, O, S enthalten und/oder gegebenenfalls substituiert bzw. mit einem Phenylring anelliert sein kann;

30

sowie Salze, Isomere und Hydrate davon.

Besonders bevorzugt sind hierbei Verbindungen der Formel (I), bei denen

5  $R^1$  für Wasserstoff oder einen Diethylaminocarbonylrest steht,

$R^2$  für einen Rest der Formel  $-O-CX-NR^3R^4$  steht,

wobei

10

$X$  für O oder S steht;

15

$R^3$  und  $R^4$  gleich oder voneinander verschieden sein können und für einen Rest aus der Gruppe, bestehend aus H, Methyl, Ethyl, iso-Propyl, Butan-2-yl, Methoxyethyl, 2-Methoxy-1-methylethyl, 1-Cyano-1-methylethyl, 2-Cyanoethyl, 2-Chlorethyl, Ethoxycarbonylmethyl, Hydroxycarbonylmethyl, 2-Propenyl, Phenyl, p-Tolyl, 1,3-Dioxolan-2-methyl, Cyclohexyl oder Cyclopentyl, steht, wobei  $R^3$  und  $R^4$  nicht gleichzeitig H sein können;

20

oder

25

$R^3$  und  $R^4$  zusammen mit dem Stickstoffatom, an das sie gebunden sind, einen fünf- oder sechsgliedrigen gesättigten Heterocyclus bilden, der gegebenenfalls ein weiteres Heteroatom aus der Gruppe N, O enthalten und/oder gegebenenfalls einen Substituenten aus der Gruppe Methylcarbonyl, Ethoxycarbonyl oder t-Butoxycarbonyl, tragen kann, oder zusammen für 1,2,3,4-Tetrahydrochinolin-N-yl stehen;

30

sowie Salze, Isomere und Hydrate davon.



Die erfindungsgemäßen Verbindungen der allgemeinen Formel (I) können auch in Form ihrer Salze vorliegen. Im allgemeinen seien hier Salze mit organischen oder anorganischen Basen oder Säuren genannt.

5

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden physiologisch unbedenkliche Salze bevorzugt. Physiologisch unbedenkliche Salze der erfindungsgemäßen Verbindungen können Salze der erfindungsgemäßen Stoffe mit Mineralsäuren, Carbonsäuren oder Sulfonsäuren sein. Besonders bevorzugt sind z.B. Salze mit Chlorwasserstoffsäure, Bromwasserstoffsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Methansulfonsäure, Ethansulfonsäure, p-Toluolsulfonsäure, Benzolsulfonsäure, Naphthalindisulfonsäure, Essigsäure, Propionsäure, Milchsäure, Weinsäure, Zitronensäure, Fumarsäure, Maleinsäure oder Benzoesäure.

10

15

Physiologisch unbedenkliche Salze können ebenso Metall- oder Ammoniumsalze der erfindungsgemäßen Verbindungen sein, welche eine freie Carboxylgruppe besitzen. Besonders bevorzugt sind z.B. Natrium-, Kalium-, Magnesium- oder Calciumsalze, sowie Ammoniumsalze, die abgeleitet sind von Ammoniak, oder organischen Aminen wie beispielsweise Ethylamin, Di- bzw. Triethylamin, Di- bzw. Triethanolamin, Dicyclohexylamin, Dimethylaminoethanol, Arginin, Lysin oder Ethylendiamin.

20

Die erfindungsgemäßen Verbindungen können in stereoisomeren Formen, die sich entweder wie Bild und Spiegelbild (Enantiomere), oder die sich nicht wie Bild und Spiegelbild (Diastereomere) verhalten, existieren. Die Erfindung betrifft sowohl die Enantiomeren oder Diastereomeren als auch deren jeweilige Mischungen. Die Racemformen lassen sich ebenso wie die Diastereomeren in bekannter Weise, beispielsweise durch chromatographische Trennung, in die stereoisomer einheitlichen Bestandteile trennen. In den erfindungsgemäßen Verbindungen vorhandene Doppelbindungen können in der cis- oder trans- Konfiguration (Z- oder E-Form) vorliegen.

25

30

Weiterhin können bestimmte Verbindungen in tautomeren Formen vorliegen. Dies ist dem Fachmann bekannt, und derartige Verbindungen sind ebenfalls vom Umfang der Erfindung umfasst.

- 5 Weiterhin können die erfindungsgemäßen Verbindungen in Form ihrer Hydrate vorkommen, wobei die Zahl der an das Molekül gebundenen Wassermoleküle von der jeweiligen erfindungsgemäßen Verbindung abhängt.

10 Im Rahmen der vorliegenden Erfindung haben die Substituenten soweit nicht anders angegeben im allgemeinen die folgende Bedeutung:

Alkyl steht im allgemeinen für einen geradkettigen oder verzweigten Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen. Beispielsweise seien Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, Isobutyl, Pentyl, Isopentyl, Hexyl, Isohexyl, Heptyl, Isoheptyl, Octyl und Isooctyl, Nonyl, Decyl, Dodeyl, Eicosyl genannt.

Alkylen steht im allgemeinen für eine geradkettige oder verzweigte Kohlenwasserstoffbrücke mit 1 bis 20 Kohlenstoffatomen. Beispielsweise seien Methylen, Ethylen, Propylen,  $\alpha$ -Methylethylen,  $\beta$ -Methylethylen,  $\alpha$ -Ethylethylen,  $\beta$ -Ethylethylen, Butylen,  $\alpha$ -Methylpropylen,  $\beta$ -Methylpropylen,  $\gamma$ -Methylpropylen,  $\alpha$ -Ethylpropylen,  $\beta$ -Ethylpropylen,  $\gamma$ -Ethylpropylen, Pentylen, Hexylen, Heptylen, Octylen, Nonylen, Decylen, Dodeylen und Eicosylen genannt.

Alkenyl steht im allgemeinen für einen geradkettigen oder verzweigten Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 20 Kohlenstoffatomen und einer oder mehreren, bevorzugt mit einer oder zwei Doppelbindungen. Beispielsweise seien Allyl, Propenyl, Isopropenyl, Butenyl, Isobutenyl, Pentenyl, Isopentenyl, Hexenyl, Isohexenyl, Heptenyl, Isoheptenyl, Octenyl, Isooctenyl genannt.

30 Alkynyl steht im allgemeinen für einen geradkettigen oder verzweigten Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 20 Kohlenstoffatomen und einer oder mehreren, bevorzugt

mit einer oder zwei Dreifachbindungen. Beispielsweise seien Ethinyl, 2-Butinyl, 2-Pentinyl und 2-Hexinyl benannt.

5 Acyl steht im allgemeinen für geradkettiges oder verzweigtes Niedrigalkyl mit 1 bis 9 Kohlenstoffatomen, das über eine Carbonylgruppe gebunden ist. Beispielsweise seien genannt: Acetyl, Ethylcarbonyl, Propylcarbonyl, Isopropylcarbonyl, Butylcarbonyl und Isobutylcarbonyl.

10 Alkoxy steht im allgemeinen für einen über einen Sauerstoffatom gebundenen geradkettigen oder verzweigten Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 14 Kohlenstoffatomen. Beispielsweise seien Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Isopropoxy, Butoxy, Isobutoxy, Pentoxy Isopentoxy, Hexoxy, Isohexoxy, Heptoxy, Isoheptoxy, Octoxy oder Isooctoxy genannt. Die Begriffe "Alkoxy" und "Alkyloxy" werden synonym verwendet.

15 Alkoxyalkyl steht im allgemeinen für einen Alkylrest mit bis zu 8 Kohlenstoffatomen, der durch einen Alkoxyrest mit bis zu 8 Kohlenstoffatomen substituiert ist.

Alkoxycarbonyl kann beispielsweise durch die Formel



dargestellt werden.

25 Alkyl steht hierbei im allgemeinen für einen geradkettigen oder verzweigten Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 13 Kohlenstoffatomen. Beispielsweise seien die folgenden Alkoxycarbonylreste genannt: Methoxycarbonyl, Ethoxycarbonyl, Propoxycarbonyl, Isopropoxycarbonyl, Butoxycarbonyl oder Isobutoxycarbonyl.

Cycloalkyl steht im allgemeinen für einen cyclischen Kohlenwasserstoffrest mit 3 bis 8 Kohlenstoffatomen. Bevorzugt sind Cyclopropyl, Cyclopentyl und Cyclohexyl. Beispielsweise seien Cyclopentyl, Cyclohexyl, Cycloheptyl und Cyclooctyl genannt.

- 5     Cycloalkoxy steht im Rahmen der Erfindung für einen Alkoxyrest, dessen Kohlenwasserstoffrest ein Cycloalkylrest ist. Der Cycloalkylrest hat im allgemeinen bis zu 8 Kohlenstoffatome. Als Beispiele seien genannt: Cyclopropyloxy und Cyclohexyloxy. Die Begriffe "Cycloalkoxy" und "Cycloalkyloxy" werden synonym verwendet.

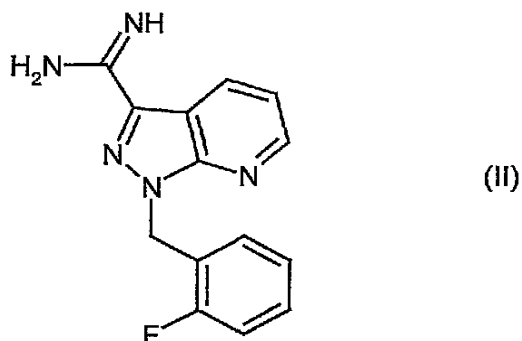
- 10    Aryl steht im allgemeinen für einen aromatischen Rest mit 6 bis 10 Kohlenstoffatomen. Bevorzugte Arylreste sind Phenyl und Naphthyl.

Halogen steht im Rahmen der Erfindung für Fluor, Chlor, Brom und Iod.

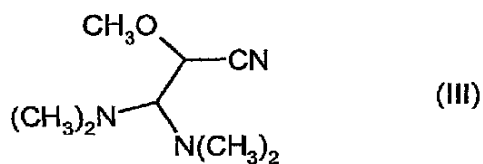
- 15    Heterocyclus steht im Rahmen der Erfindung im allgemeinen für einen gesättigten, ungesättigten oder aromatischen 3- bis 10-gliedrigen, beispielsweise 5- oder 6-gliedrigen Heterocyclus, der bis zu 3 Heteroatome aus der Reihe S, N und/oder O enthalten kann und der im Fall eines Stickstoffatoms auch über dieses gebunden sein kann. Beispielsweise seien genannt: Oxadiazolyl, Thiadiazolyl, Pyrazolyl, Pyridyl,
- 20    Pyrimidinyl, Pyridazinyl, Pyrazinyl, Thienyl, Furyl, Pyrrolyl, Pyrrolidinyl, Piperazinyl, Tetrahydropyranyl, Tetrahydrofuranyl, 1,2,3 Triazolyl, Thiazolyl, Oxazolyl, Imidazolyl, Morpholinyl oder Piperidyl. Bevorzugt sind Thiazolyl, Furyl, Oxazolyl, Pyrazolyl, Triazolyl, Pyridyl, Pyrimidinyl, Pyridazinyl und Tetrahydropyranyl. Der Begriff "Heteroaryl" (bzw. "Hetaryl") steht für einen aromatischen heterocyclischen
- 25    Rest.

Die erfindungsgemäßen Verbindungen der Formel (I) können hergestellt werden durch die Umsetzung der Verbindung der Formel (II)

- 11 -



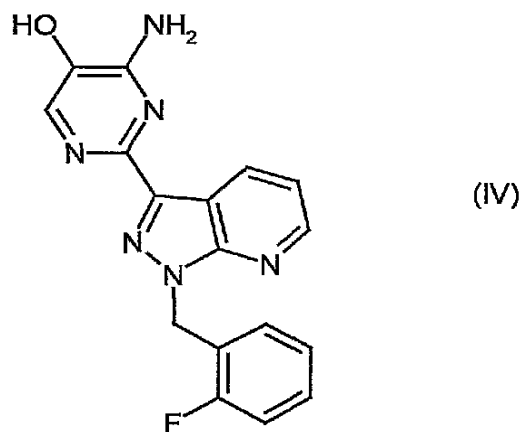
mit der Verbindung der Formel (III)



5

in einem organischen Lösungsmittel in Gegenwart einer Base unter Erhitzen und anschließender Überführung der Ethergruppe in die freie Hydroxygruppe zu Verbindungen der Formel (IV)

10



sowie die anschließende Umsetzung mit Verbindungen der Formel  $X-CO-NR^3R^4$ ,

15

worin

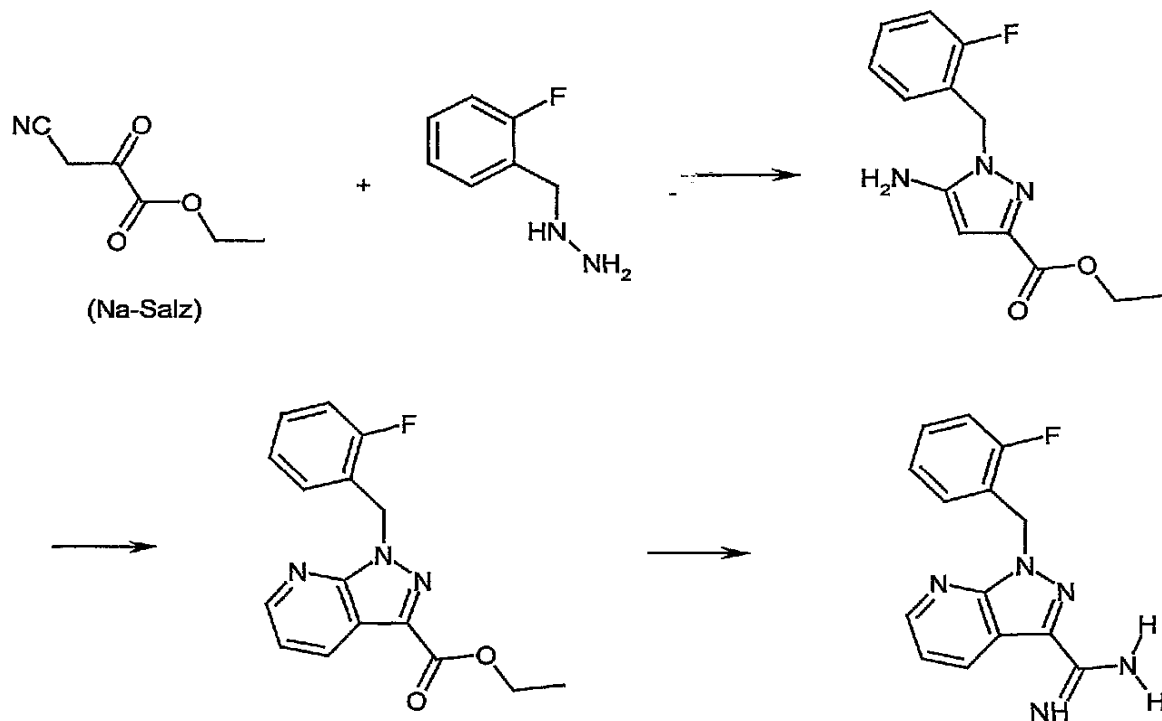
X für einen Halogenrest oder Alkoxyrest steht,

R<sup>3</sup> und R<sup>4</sup> die vorstehend angegebene Bedeutung haben;

5

in einem organischen Lösungsmittel gegebenenfalls in Gegenwart einer Base sowie gegebenenfalls unter anschließender Entfernung von Schutzgruppen zu Verbindungen der Formel (I).

10 Die Verbindung der Formel (II) lässt sich gemäß folgendem Reaktionsschema herstellen:



15

Die Verbindung der Formel (II) ist in einer mehrstufigen Synthese aus dem literaturbekannten Natriumsalz des Cyanobrenztraubensäureethylesters (Borsche und Manteuffel, Liebigs. Ann. Chem. 1934, 512, 97) erhältlich. Durch dessen Umsetzung mit 2-Fluorbenzylhydrazin unter Erhitzen und Schutzgasatmosphäre in einem inerten Lösungsmittel wie Dioxan erhält man den 5-Amino-1-(2-fluorbenzyl)-pyrazol-3-

carbonsäureethylester, der durch Umsetzung mit Dimethylaminoacrolein oder 1,1,3,3-Tetramethoxypropan im sauren Medium unter Schutzgasatmosphäre und Erhitzen zum entsprechenden Pyridinderivat cyclisiert. Dieses Pyridinderivat 1-(2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-carbonsäureethylester wird durch eine  
5 mehrstufige Sequenz, bestehend aus Überführung des Esters mit Ammoniak in das entsprechende Amid, Dehydratisierung mit einem wasserentziehenden Mittel wie Trifluoressigsäureanhydrid zum entsprechenden Nitrilderivat, Umsetzung des Nitrilderivats mit Natriumethylat und abschließende Reaktion mit Ammoniumchlorid in die Verbindung der Formel (II) überführt.

10

Die Verbindung der Formel (III) kann aus den (z.B. bei Aldrich) käuflich erhältlichen Verbindungen t-Butoxybis(dimethylamino)methan und Methoxyacetonitril durch Umsetzung dieser Reaktanden vorzugsweise in äquimolaren Mengen gegebenenfalls in einem organischen inerten Lösungsmittel wie einem cyclischen Ether, vorzugs-  
15 weise Dioxan, vorzugsweise bei Normaldruck und Rühren der Reaktionslösung für mehrere Stunden, beispielsweise 12 Stunden, bei erhöhter Temperatur, beispielsweise 60-110°C, vorzugsweise 70-90°C, insbesondere 80°C hergestellt werden.

20

Die Umsetzung der Verbindungen der Formeln (II) und (III) zur Verbindung der Formel (IV) kann durch Einsatz der Reaktanden in äquimolaren Mengen beziehungsweise unter Verwendung der Verbindung der Formel (III) im leichten Überschuss in einem organischen Lösungsmittel, beispielsweise einem Alkohol, vorzugsweise Isoamylalkohol in Gegenwart einer geringen Menge einer Base, beispielsweise einem organischen Amin, insbesondere Piperidin, vorzugsweise bei  
25 Normaldruck und Rühren der Reaktionslösung für mehrere Stunden, beispielsweise 12 Stunden, bei erhöhter Temperatur, beispielsweise 60-130°C, vorzugsweise 80-120°C, insbesondere 110°C, und anschließende Freisetzung der Hydroxygruppe durch Umsetzung der so erhaltenen Verbindung mit einer vorzugsweise äquimolaren Menge eines Thiols wie beispielsweise Thiophenol in Gegenwart einer geringen  
30 Menge einer Base wie einer Alkalimetallbase, beispielsweise einem Alkalimetallcarbonat, vorzugsweise Kaliumcarbonat in einem organischen Lösungsmittel

wie beispielsweise 1-Methyl-2-pyrrolidon vorzugsweise bei Normaldruck und Rühren der Reaktionslösung für mehrere Stunden, beispielsweise 1 Stunde, bei erhöhter Temperatur, beispielsweise 100-200°C, vorzugsweise 150-200°C, durchgeführt werden.

5

Die Verbindungen der Formel (IV) können mit Verbindungen der Formel X-CONR<sup>3</sup>R<sup>4</sup>, wobei X, R<sup>3</sup> und R<sup>4</sup> wie vorstehend definiert sind, zu den erfindungsgemäßen Verbindungen der Formel (I) umgesetzt werden. Diese Carbamoylderivate sind entweder käuflich erhältlich oder auf dem Fachmann bekannte Weise zugänglich. Beispielfhaft sei hier die Umsetzung entsprechender sekundärer Amine mit Phosgen oder Phosgeneratzmitteln wie Chlorameisensäuretrichlormethylester (Diphosgen) oder Bis(trichlormethyl)carbonat (Triphosgen) genannt (vgl. J. March, Advanced Organic Synthesis, 3<sup>rd</sup> ed., Wiley 1985, 370, D. Hoppe, Synthesis 1996, 149-154). Die hierfür benötigten sekundären Amine sind  
10 entweder käuflich erhältlich oder auf dem Fachmann bekannte Weise zugänglich, beispielsweise durch Umsetzung eines primären Amins mit einem entsprechenden Aldehyd oder Keton unter Verwendung eines für derartige Reaktionen herkömmlich eingesetzten Reduktionsmittels, beispielsweise einem Metallhydridkomplex, vorzugsweise einem Alkalimetallhydridkomplex wie Natriumcyanoborhydrid  
15 („Reduktive Aminierung“, vgl. K.-L. Yu, J. Ostrowski, P. Reczek, M.M. Mansuri, J.E. Starrett Jr., Synthetic Communications, 1995, 25, 2819-2827).

20

25

30

Die Umsetzung der Verbindungen der Formel (IV) mit Verbindungen der Formel X-CONR<sup>3</sup>R<sup>4</sup>, wobei X, R<sup>3</sup> und R<sup>4</sup> wie vorstehend definiert sind, zu den erfindungsgemäßen Verbindungen der Formel (I) erfolgt vorzugsweise entweder in einem für derartige Reaktionen herkömmlich verwendeten organischen Lösungsmittel wie beispielsweise einem cyclischen Ether, insbesondere Tetrahydrofuran (THF), in Gegenwart einer äquimolaren Menge oder eines leichten Überschusses einer Base, vorzugsweise einer Alkalimetallbase, bevorzugt eines Alkalimetallhydrids und insbesondere bevorzugt Natriumhydrid vorzugsweise bei Normaldruck und Rühren der Reaktionslösung für mehrere Stunden, beispielsweise 12 Stunden, bei Raum-



temperatur. Die Reaktanden werden hierbei äquimolar oder das Carbamoylderivat im leichten Überschuss eingesetzt. Eine andere Möglichkeit besteht in der Durchführung der Reaktion in Pyridin ohne weitere Base vorzugsweise bei Normaldruck und Rühren der Reaktionslösung für mehrere Stunden, beispielsweise 2 Stunden, bei erhöhter Temperatur von 60 bis 130°C, vorzugsweise 80 bis 120°C und insbesondere bei 110°C.

Analog kann auch die Umsetzung der Verbindung der Formel (IV) mit Thiocarbamoylchloriden zu den entsprechenden Carbamaten erfolgen. Bevorzugt ist die Umsetzung in Pyridin. Die erfindungsgemäß verwendeten Thiocarbamoylchloride sind käuflich erhältlich.

Anschließend können gegebenenfalls am Molekül vorhandene Schutzgruppen auf dem Fachmann bekannte Weise entfernt werden. Dies bezüglich sei beispielsweise auf T.W. Greene, P.G.M. Wuts, Protective Groups in Organic Synthesis, second edition, New York, 1991, bezüglich möglicher Schutzgruppen und deren Entfernung aus der Zielverbindung verwiesen.

Die erfindungsgemäßen Verbindungen der allgemeinen Formel (I) zeigen ein nicht vorhersehbares, wertvolles pharmakologisches Wirkspektrum.

Die erfindungsgemäßen Verbindungen der allgemeinen Formel (I) führen zu einer Gefäßrelaxation, Thrombozytenaggregationshemmung und zu einer Blutdrucksenkung sowie zu einer Steigerung des koronaren Blutflusses. Diese Wirkungen sind über eine direkte Stimulation der löslichen Guanylatzyklase und einem intrazellulären cGMP-Anstieg vermittelt. Außerdem verstärken die erfindungsgemäßen Verbindungen der allgemeinen Formel (I) die Wirkung von Substanzen, die den cGMP-Spiegel steigern, wie beispielsweise EDRF (Endothelium derived relaxing factor), NO-Donatoren, Protoporphyrin IX, Arachidonsäure oder Phenylhydrazinderivate.

Sie können daher in Arzneimitteln zur Behandlung von kardiovaskulären Erkrankungen wie beispielsweise zur Behandlung des Bluthochdrucks und der Herzinsuffizienz, stabiler und instabiler Angina pectoris, peripheren und kardialen Gefäßerkrankungen, von Arrhythmien, zur Behandlung von thromboembolischen Erkrankungen und Ischämien wie Myokardinfarkt, Hirnschlag, transitorisch und ischämische  
5 Attacken, periphere Durchblutungsstörungen, Verhinderung von Restenosen wie nach Thrombolysetherapien, percutan transluminalen Angioplastien (PTA), percutan transluminalen Koronarangioplastien (PTCA), Bypass sowie zur Behandlung von Arteriosklerose, asthmatischen Erkrankungen und Krankheiten des Urogenitalsystems  
10 wie beispielsweise Prostatahypertrophie, erektile Dysfunktion, weibliche sexuelle Dysfunktion, Osteoporose, Gastroparese und Inkontinenz eingesetzt werden.

Die in der vorliegenden Erfindung beschriebenen Verbindungen der allgemeinen Formel (I) stellen auch Wirkstoffe zur Bekämpfung von Krankheiten im Zentralnervensystem dar, die durch Störungen des NO/cGMP-Systems gekennzeichnet sind.  
15 Insbesondere sind sie geeignet zur Verbesserung der Wahrnehmung, Konzentrationsleistung, Lernleistung, oder Gedächtnisleistung nach kognitiven Störungen, wie sie insbesondere bei Situationen/Krankheiten/Syndromen auftreten wie „Mild cognitive impairment“, Altersassoziierte Lern- und Gedächtnisstörungen,  
20 Altersassoziierte Gedächtnisverluste, Vaskuläre Demenz, Schädel-Hirn-Trauma, Schlaganfall, Demenz, die nach Schlaganfällen auftritt („post stroke dementia“), post-traumatisches Schädel Hirn Trauma, allgemeine Konzentrationsstörungen, Konzentrationsstörungen in Kindern mit Lern- und Gedächtnisproblemen, Alzheimersche Krankheit, Vaskuläre Demenz, Demenz mit Lewy-Körperchen,  
25 Demenz mit Degeneration der Frontallappen einschließlich des Pick's Syndroms, Parkinsonsche Krankheit, Progressive nuclear palsy, Demenz mit corticobasaler Degeneration, Amyotropher Lateralsklerose (ALS), Huntingtonsche Krankheit, Multiple Sklerose, Thalamische Degeneration, Creutzfeld-Jacob-Demenz, HIV-Demenz, Schizophrenie mit Demenz oder Korsakoff-Psychose. Sie eignen sich auch zur  
30 Behandlung von Erkrankungen des Zentralnervensystems wie Angst-, Spannungs- und Depressionszuständen, zentralnervös bedingten Sexualdysfunktionen und

Schlafstörungen, sowie zur Regulierung krankhafter Störungen der Nahrungs-, Genuss- und Suchtmittelaufnahme.

5 Weiterhin eignen sich die Wirkstoffe auch zur Regulation der cerebralen Durchblutung und stellen somit wirkungsvolle Mittel zur Bekämpfung von Migräne dar.

Auch eignen sie sich zur Prophylaxe und Bekämpfung der Folgen cerebraler Infarktgeschehen (Apoplexia cerebri) wie Schlaganfall, cerebraler Ischämien und des Schädel-Hirn-Traumas. Ebenso können die erfindungsgemäßen Verbindungen der allgemeinen  
10 Formel (I) zur Bekämpfung von Schmerzzuständen eingesetzt werden.

Zudem besitzen die erfindungsgemäßen Verbindungen antiinflammatorische Wirkung und können daher als entzündungshemmende Mittel eingesetzt werden.

15 Darüber hinaus umfasst die Erfindung die Kombination der erfindungsgemäßen Verbindungen der allgemeinen Formel (I) mit organischen Nitraten und NO-Donatoren.

Organische Nitrate und NO-Donatoren im Rahmen der Erfindung sind im allgemeinen  
20 Substanzen, die über die Freisetzung von NO bzw. NO-Species ihre therapeutische Wirkung entfalten. Bevorzugt sind Natriumnitroprussid, Nitroglycerin, Isosorbiddinitrat, Isosorbidmononitrat, Molsidomin und SIN-1.

Außerdem umfasst die Erfindung die Kombination mit Verbindungen, die den Abbau  
25 von cyclischem Guanosinmonophosphat (cGMP) inhibieren. Dies sind insbesondere Inhibitoren der Phosphodiesterasen 1, 2 und 5; Nomenklatur nach Beavo und Reifsnyder (1990) TiPS 11 S. 150 bis 155. Durch diese Inhibitoren wird die Wirkung der erfindungsgemäßen Verbindung potenziert und der gewünschte pharmakologische Effekt gesteigert.

30

**Biologische Untersuchungen****Gefäßrelaxierende Wirkung in vitro**

- 5 Kaninchen werden durch Nackenschlag betäubt und entblutet. Die Aorta wird entnommen, von anhaftendem Gewebe befreit, in 1,5 mm breite Ringe geteilt und einzeln unter einer Vorspannung in 5 ml-Organbäder mit 37°C warmer, carbogenbe-
- 10 gaster Krebs-Henseleit-Lösung folgender Zusammensetzung (mM) gebracht: NaCl: 119; KCl: 4,8;  $\text{CaCl}_2 \times 2 \text{H}_2\text{O}$ : 1;  $\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$ : 1,4;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ : 1,2;  $\text{NaHCO}_3$ : 25; Glucose: 10. Die Kontraktionskraft wird mit Statham UC2-Zellen erfasst, verstärkt und über A/D-Wandler (DAS-1802 HC, Keithley Instruments München) digitalisiert sowie parallel auf Linienschreiber registriert. Zur Erzeugung einer Kontraktion wird Phenylephrin dem Bad kumulativ in ansteigender Konzentration zugesetzt. Nach mehreren Kontrollzyklen wird die zu untersuchende Substanz in jedem weiteren
- 15 Durchgang in jeweils steigender Dosierung untersucht und die Höhe der Kontraktion mit der Höhe der im letzten Vordurchgang erreichten Kontraktion verglichen. Daraus wird die Konzentration errechnet, die erforderlich ist, um die Höhe des Kontrollwertes um 50% zu reduzieren ( $\text{IC}_{50}$ ). Das Standardapplikationsvolumen beträgt 5  $\mu\text{l}$ , der DMSO-Anteil in der Badlösung entspricht 0,1 %. Die Ergebnisse sind nachstehend in
- 20 Tabelle 1 aufgeführt:

**Tabelle 1: Gefäßrelaxierende Wirkung in vitro**

Beispiel Nr.	$\text{IC}_{50}$ [ $\mu\text{M}$ ]
2	0,65
6	0,27
11	0,52
15	0,32
19	0,42
26	0,34

Bestimmung der Leberclearance in vitro

5 Ratten werden anästhesiert, heparinisiert, und die Leber in situ über die Pfortader perfundiert. Ex vivo werden dann aus der Leber mittels Collagenase-Lösung die primären Ratten-Hepatozyten gewonnen. Es wurden  $2 \cdot 10^6$  Hepatozyten pro ml mit jeweils der gleichen Konzentration der zu untersuchenden Verbindung bei 37°C inkubiert. Die Abnahme des zu untersuchenden Substrates über die Zeit wurde bioanalytisch (HPLC/UV, HPLC/Fluoreszenz oder LC/MSMS) an jeweils 5  
10 Zeitpunkten im Zeitraum von 0-15 min nach Inkubationsstart bestimmt. Daraus wurde über Zellzahl und Lebergewicht die Clearance errechnet.

Bestimmung der Plasmaclearance in vivo

15 Die zu untersuchende Substanz wird Ratten über die Schwanzvene intravenös als Lösung appliziert. Zu festgelegten Zeitpunkten wird den Ratten Blut entnommen, dieses wird heparinisiert und durch herkömmliche Maßnahmen Plasma daraus gewonnen. Die Substanz wird im Plasma bioanalytisch quantifiziert. Aus den so ermittelten Plasmakonzentrations-Zeit-Verläufen werden über herkömmliche hierfür  
20 verwendete nicht-kompartimentelle Methoden die pharmakokinetischen Parameter errechnet.

Zur vorliegenden Erfindung gehören pharmazeutische Zubereitungen, die neben nicht-toxischen, inerten pharmazeutisch geeigneten Trägerstoffen die erfindungsgemäßen  
25 Verbindungen der allgemeinen Formel (I) enthält sowie Verfahren zur Herstellung dieser Zubereitungen.

Die Wirkstoff können gegebenenfalls in einem oder mehreren der oben angegebenen Trägerstoffe auch in mikroverkapselter Form vorliegen.

Die therapeutisch wirksamen Verbindungen der allgemeinen Formel (I) sollen in den oben aufgeführten pharmazeutischen Zubereitungen in einer Konzentration von etwa 0,1 bis 99,5, vorzugsweise von etwa 0,5 bis 95 Gew.-%, der Gesamtmischung vorhanden sein.

5

Die oben aufgeführten pharmazeutischen Zubereitungen können außer den erfindungsgemäßen Verbindungen der allgemeinen Formel (I) auch weitere pharmazeutische Wirkstoffe enthalten.

10

Im allgemeinen hat es sich sowohl in der Human- als auch in der Veterinärmedizin als vorteilhaft erwiesen, den oder die erfindungsgemäßen Wirkstoffe in Gesamtmengen von etwa 0,01 bis etwa 700, vorzugsweise 0,01 bis 100 mg/kg Körpergewicht je 24 Stunden, gegebenenfalls in Form mehrerer Einzelgaben, zur Erzielung der gewünschten Ergebnisse zu verabreichen. Eine Einzelgabe enthält den oder die

15

erfindungsgemäßen Wirkstoffe vorzugsweise in Mengen von etwa 0,1 bis etwa 80, insbesondere 0,1 bis 30 mg/kg Körpergewicht.

20

Die vorliegende Erfindung wird nachstehend anhand von nicht einschränkenden bevorzugten Beispielen näher dargestellt. Soweit nicht anderweitig angegeben, beziehen sich alle Mengenangaben auf Gewichtsprozent.

**Beispiele****Abkürzungen:**

5

RT: Raumtemperatur

EE: Essigsäureethylester

MCPBA: m-Chlorperoxybenzoesäure

BABA: n-Butylacetat/n-Butanol/Eisessig/Phosphatpuffer pH 6

10

(50:9:25.15; org. Phase)

DMF: N,N-Dimethylformamid

**Laufmittel für die Dünnschichtchromatographie:**

15

T1 E1: Toluol - Essigsäureethylester (1:1)

T1 EtOH1: Toluol - Methanol (1:1)

C1 E1: Cyclohexan - Essigsäureethylester (1:1)

C1 E2: Cyclohexan - Essigsäureethylester (1:2)

20

**Methoden zur Ermittlung der HPLC-Retentionszeiten:*****Methode A (HPLC-MS):***Eluent: A= CH<sub>3</sub>CN B=0.6 g 30%ige HCl /l H<sub>2</sub>O

Fluss: 0.6 ml/min

25

Säulenofen: 50°C

Säule: Symmetry C18 2.1\*150mm

**Gradient:**

Zeit (min)	%A	%B	Fluss (ml/min)
0	10	90	0.6
4	90	10	0.6
9	90	10	0.8

- 22 -

*Methode B (HPLC):*Eluent: A=5 ml HClO<sub>4</sub>/l H<sub>2</sub>O, B=CH<sub>3</sub>CN

Fluss: 0.75 ml/min

5 L-R Temperatur: 30.00°C 29.99°C

Säule: Kromasil C18 60\*2mm

Gradient:

Zeit (min)	%A	%B
0.50	98	2
4.50	10	90
6.50	10	90
6.70	98	2
7.50	98	2

*Methode C (HPLC):*10 Eluent: A= H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 0.01 mol/l, B=CH<sub>3</sub>CN

Fluss: 0.75 ml/min

L-R Temperatur: 30.01°C 29.98°C

Säule: Kromasil C18 60\*2mm

Gradient:

Zeit (min)	%A	%B
0.00	90	10
0.50	90	10
4.50	10	90
8.00	10	90
8.50	90	10
10.00	90	10

15



*Methode D (chirale HPLC):*

Eluent: 50% iso-Hexan, 50% Ethanol

Fluss: 1.00 ml/min

Temperatur: 40°C

5 Säule: 250\*4,6 mm, gefüllt mit Chiralcel OD, 10 µm

*Methode E (HPLC-MS):*Eluent: A= CH<sub>3</sub>CN B=0.3 g 30%ige HCl /l H<sub>2</sub>O

Fluss: 0.9 ml/min

10 Säulenofen: 50°C

Säule: Symmetry C18 2.1\*150mm

Gradient:

Zeit (min)	%A	%B	Fluss (ml/min)
0	10	90	0.9
3	90	10	1.2
6	90	10	1.2

*Methode F:*15 Eluent: A= CH<sub>3</sub>CN + 0,1% HCOOH B= H<sub>2</sub>O + 0,1% HCOOH

Säulenofen: 40°C

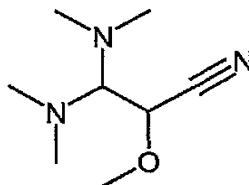
Säule: Symmetry C18 2.1\*150mm

Gradient:

Zeit (min)	%A	%B	Fluss (ml/min)
0	10	90	0.5
4	90	10	0,5
6	90	10	0,5
6,1	10	90	1,0
7,5	10	90	0,5

**Ausgangsverbindungen:****I.     Synthese von 3,3-Bis(dimethylamino)-2-methoxypropionitril**

5

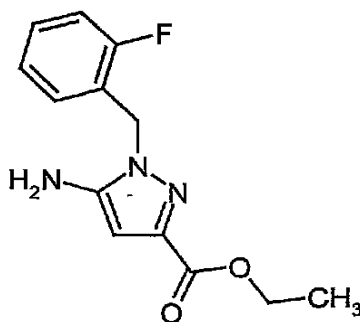


40.0 g (229.5 mmol) ter-Butoxybis(dimethylamino)methan und 16.3 g (229.5 mmol) Methoxyacetonitril werden über Nacht bei 80°C gerührt. Zur Aufarbeitung wird flüchtiges Material am Rotationsverdampfer abgezogen und der Rückstand im Kugelrohr bei 140°C im Hochvakuum destilliert. Das Produkt enthält laut NMR-Spektrum (300 MHz, D<sub>6</sub>-DMSO) das Enamin als E/Z-Gemisch, das durch Eliminierung von Dimethylamin entsteht. Die Produktmischung wird ohne weitere Reinigung in die nächste Reaktion eingesetzt.

15     Ausbeute:     24.7 g (60%)

**II.     Synthese von 1-(2-Fluorbenzyl)1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-carboxamidin**

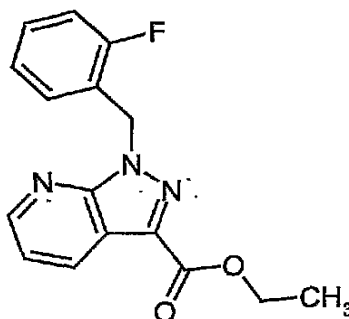
20     2A)     5-Amino-1-(2-fluorbenzyl)-pyrazol-3-carbonsäureethylester



- 25 -

100 g (0.613 mol) Natriumsalz des Cyanobrenztraubensäureethylester (Darstellung analog Borsche und Manteuffel, Liebigs Ann. 1934, 512, 97) werden unter gutem Rühren unter Argon in 2.5 l Dioxan bei Raumtemperatur mit 111.75 g (75 ml, 0.98 mol) Trifluoressigsäure versetzt und 10 min gerührt, wobei ein großer Teil des Eduktes in Lösung geht. Dann gibt man 85.93 g (0.613 mol) 2-Fluorbenzylhydrazin hinzu und kocht über Nacht. Nach Abkühlen werden die ausgefallenen Kristalle des Natriumtrifluoracetats abgesaugt, mit Dioxan gewaschen und die Lösung roh weiter umgesetzt.

10      2B)    1-(2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-carbonsäureethylester

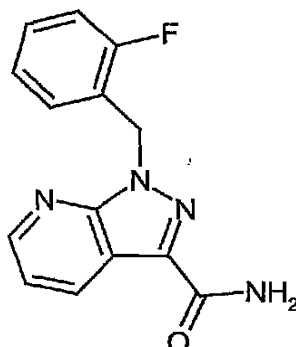


Die aus 2A) erhaltene Lösung wird mit 61.25 ml (60.77 g, 0.613 mol) Dimethylaminoacrolein und 56.28 ml (83.88 g, 0.736 mol) Trifluoressigsäure versetzt und unter Argon 3 Tage lang gekocht. Anschließend wird das Lösungsmittel im Vakuum verdampft, der Rückstand in 2 l Wasser gegeben und dreimal mit je 1 l Essigester extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden mit Magnesiumsulfat getrocknet und einrotiert. Man chromatographiert auf 2.5 kg Kieselgel und eluiert mit einem Toluol / Toluol-Essigester=4:1 -Gradienten. Ausbeute: 91.6 g (49.9 % d.Th. über zwei Stufen).

Smp. 85 °C

R<sub>f</sub> (SiO<sub>2</sub>, T1E1): 0.83

## 2C) 1-(2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-carboxamid



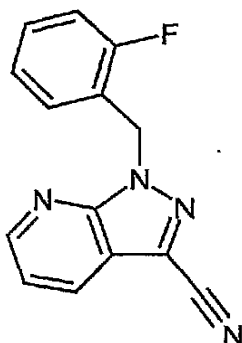
5

10.18 g (34 mmol) des in Beispiel 2B) erhaltenen Esters werden in 150 ml mit Ammoniak bei 0 - 10°C gesättigtem Methanol vorgelegt. Man rührt zwei Tage bei Raumtemperatur und engt anschließend im Vakuum ein.

R<sub>f</sub> (SiO<sub>2</sub>, T1E1): 0.33.

10

## 2D) 3-Cyano-1-(2-fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin



15

36.1 g (133 mmol) 1-(2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-carboxamid aus Beispiel 2C) werden in 330 ml THF gelöst und mit 27 g (341 mmol) Pyridin versetzt. Anschließend gibt man innerhalb von 10 min 47.76 ml (71.66 g, 341 mmol) Trifluor-essigsäureanhydrid hinzu, wobei die Temperatur bis auf 40 °C ansteigt. Man rührt über Nacht bei Raumtemperatur. Anschließend wird der Ansatz in 1l Wasser gegeben und dreimal mit je 0.5 l Essigester extrahiert. Die organische Phase wird mit gesät-

20

- 27 -

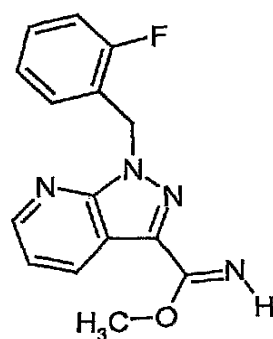
tigter Natriumhydrogencarbonatlösung und mit 1 N HCl gewaschen, mit MgSO<sub>4</sub> getrocknet und einrotiert.

Ausbeute: 33.7 g (100% d.Th.)

Smp: 81°C

5  $R_f$  (SiO<sub>2</sub>, T1E1): 0.74

*2E) (2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-carboximidsäuremethylester*

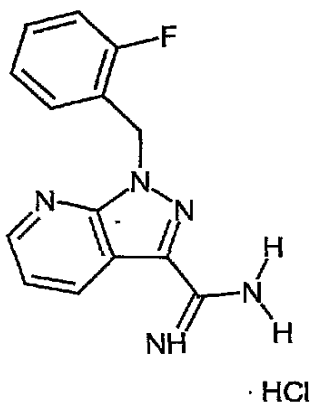


10

Man löst 30.37 g (562 mmol) Natriummethylat in 1.5 l Methanol und gibt 36.45 g (144.5 mmol) 3-Cyano-1-(2-fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin (aus Beispiel 2D) hinzu. Man rührt 2 Stunden bei Raumtemperatur und setzt die erhaltene Lösung direkt für die nächste Stufe ein.

15

*2F) 1-(2-Fluorbenzyl)1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-carboxamidin*

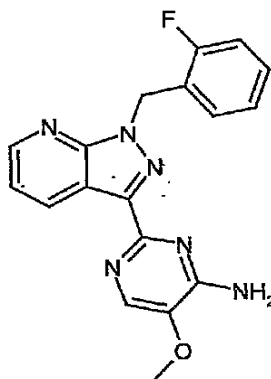


Die aus Beispiel 2E) erhaltene Lösung von (2-Fluorbenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-carboximid-säuremethylester in Methanol wird mit 33.76 g (32.19 ml, 562 mmol) Eisessig und 9.28 g (173 mmol) Ammoniumchlorid versetzt und über Nacht unter Rückfluss gerührt. Man verdampft das Lösungsmittel im Vakuum, verreibt den Rückstand gut mit Aceton und saugt den ausgefallenen Feststoff ab.

$^1\text{H-NMR}$  ( $\text{d}_6\text{-DMSO}$ , 200 MHz):  $\delta$  = 5,93 (s, 2H); 7,1-7,5 (m, 4 H); 7,55 (dd, 1H); 8,12 (dd, 1H); 8,30 (dd, 1H); 9,5 (bs, 4H-austauschbar) ppm.

MS (EI):  $m/z$  = 270,2 (M-HCl)

### III. Synthese von 2-[1-(2-Fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-methoxy-4-pyrimidinylamin



46.8 g (134.8 mmol) 1-(2-Fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-carboximidamid aus Beispiel II werden in Isoamylalkohol gelöst. Dazu gibt man 24.7 g (144.2 mmol) 3,3-bis(dimethylamino)-2-methoxypropionitril aus Beispiel I und 1.15 g (13.3 ml, 13.5 mmol) Piperidin und lässt 3 Tage bei 110°C rühren. Zur Aufarbeitung kühlt man auf 0°C, saugt das ausgefallene Produkt ab, wäscht gut mit kaltem Diethylether und trocknet im Vakuumtrockenschrank bei 50°C.

Ausbeute: 25.4 g (52.7 %)

$R_F$ -Wert: 0.34 (Dichlormethan/Methanol 20:1)

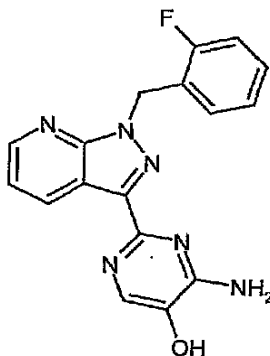
$^1\text{H-NMR}$ : (400 MHz,  $\text{D}_6\text{-DMSO}$ ),  $\delta$  = 3.89 (2, 3H,  $\text{OCH}_3$ ), 5.79 (s, 2H,  $\text{CH}_2$ ), 6.93 (br. s, 2H,  $\text{NH}_2$ ), 7.10-7.26 (m, 3H, Ar-H), 7.31-7.39 (m, 2H, Ar-H),

- 29 -

7.98 (s, 1H, Pyrimidin-H), 8.61 (dd, 1H, Pyridin-H), 8.92 (dd, 1H, Pyridin-H)

MS: (ESI pos.),  $m/z$  = 350.9 ( $[M+H]^+$ ), 700.8 ( $[2M+H]^+$ )

5      **IV.    Synthese von 4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinol**



10      25.3 g (72.2 mmol) 2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-methoxy-4-pyrimidinylamin aus Beispiel III werden in 500 ml 1-Methyl-2-pyrrolidon gelöst. Dazu gibt man 7.96 g (7.42 ml, 72.2 mmol) Thiophenol und 2.50 g (18.1 mmol) Kaliumcarbonat und lässt ca. 1h bei 190°C rühren. Zur Aufarbeitung wird das Lösungsmittel abkondensiert, der Rückstand mit halbkonz. Ammonium-

15      chlorid-Lösung versetzt und dreimal mit Ethylacetat extrahiert. Dabei fällt das Produkt größtenteils aus. Es wird abgesaugt und im Vakuumtrockenschrank bei 50°C getrocknet.

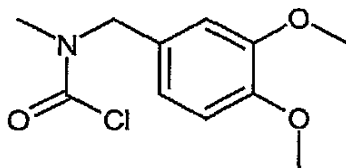
Ausbeute: 18.1 g (72.3 %)

R<sub>F</sub>-Wert: 0.44 (Dichlormethan/Methanol 10:1)

20      <sup>1</sup>H-NMR: (300 MHz, D<sub>6</sub>-DMSO),  $\delta$  = 5.78 (s, 2H, CH<sub>2</sub>), 6.66 (br. s, 2H, NH<sub>2</sub>), 7.09-7.38 (m, 5H, Ar-H), 7.82 (s, 1H, Pyrimidin-H), 8.60 (dd, 1H, Pyridin-H), 8.92 (dd, 1H, Pyridin-H), 9.4-10.2 (br. s, 1H, OH)

MS: (ESI pos.),  $m/z$  = 337.3 ( $[M+H]^+$ ), 673.3 ( $[2M+H]^+$ )

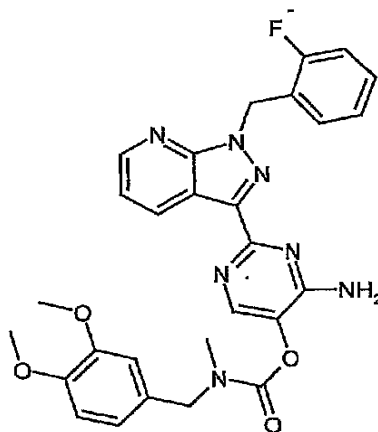
**V. Synthese von 3,4-Dimethoxybenzyl(methyl)carbamoylchlorid**



5 1.00 g (5.52 mmol) 3,4-Dimethoxybenzyl-N-methylamin (erhältlich durch reduktive Aminierung aus 3,4-Dimethoxybenzaldehyd) werden in 20 ml wasserfreiem Pyridin gelöst. Dazu gibt man 0.60 g (0.37 ml, 3.04 mmol) Chlorameisensäuretrichlor-methylester („Diphosgen“) und lässt über Nacht bei Raumtemperatur rühren. Die Lösung wird ohne Aufarbeitung direkt in die nächste Stufe eingesetzt.

10

**VI. 4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl-3,4-dimethoxybenzyl(methyl)carbamamat**



15

1.38 g ( 4.10 mmol ) 4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinol aus Beispiel IV werden in 100 ml wasserfreiem Pyridin suspendiert und auf 110°C erhitzt. Dazu gibt man eine Lösung aus 1.20 g (4.92 mmol) 3,4-Dimethoxybenzyl(methyl)carbamoylchlorid aus Beispiel V in 20 ml wasserfreiem Pyridin (aus der zuvor beschriebenen Reaktion) und lässt bei ca. 5h bei 110°C rühren. Zur Aufarbeitung engt man die Reaktionslösung am Rotationsverdampfer ein

20

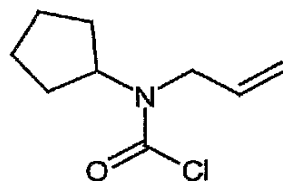


und chromatographiert den Rückstand über Kieselgel mit Dichlormethan/Methanol (zunächst 100:1, dann 50:1). Das Produkt enthält laut NMR-Spektrum eine unbekannte Verunreinigung und wird ohne weitere Reinigung eingesetzt.

Rf-Wert: 0,90 (Dichlormethan/Methanol 10:1)

5

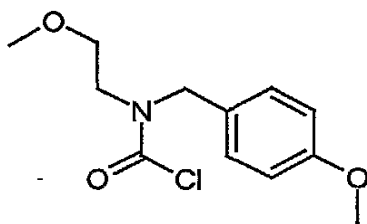
## VII. Synthese von Allyl(cyclopentyl)carbamoylchlorid



10 790 mg (0.48 ml, 3.99 mmol) Trichlormethylchloroformiat („Diphosgen“) werden in 15 ml Dichlormethan gelöst und auf 0°C gekühlt. Dazu tropft man langsam 1.00 g (1.17 ml, 7.986 mmol) Allyl(cyclopentyl)amin und 1.21 g (1.67 ml, 12.0 mmol) Triethylamin und lässt über Nacht bei Raumtemperatur rühren. Zur Aufarbeitung gießt man die Reaktionslösung auf Eiswasser, extrahiert dreimal mit Dichlormethan, 15 trocknet über MgSO<sub>4</sub> und engt ein. Das Rohprodukt wird direkt in die nächste Stufe eingesetzt.

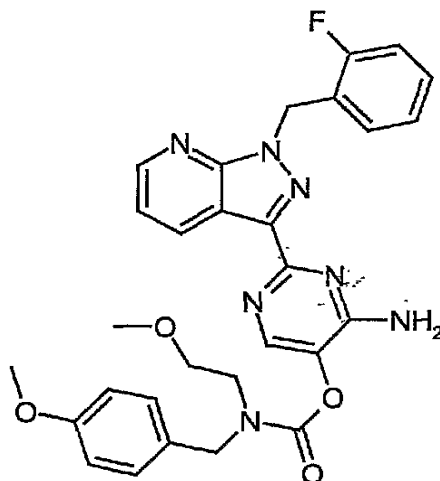
MS: (EI), *m/z* (%) = 187 (12, [M]<sup>+</sup>, Cl), 152 (30, [M-Cl]<sup>+</sup>), 120 (45), 69 (50), 41 (100)

## 20 VIII. 4-Methoxybenzyl(2-methoxyethyl)carbamoylchlorid



0.51 g (0.31 ml, 2.56 mmol) Chlorameisensäuretrichlormethylester („Diphosgen“) werden in 15 ml Dichlormethan gelöst und langsam mit 1.00 g (5.12 mmol) 4-Methoxybenzyl(2-methoxyethyl)amin und 0.78 g (7.68 mmol) Triethylamin versetzt. Nach Rühren über Nacht bei Raumtemperatur gießt man auf Eiswasser, extrahiert dreimal mit Dichlormethan, trocknet die organische Phase über Magnesiumsulfat und engt am Rotationsverdampfer zur Trockne ein. Das Rohprodukt wird ohne Aufarbeitung direkt in die nächste Stufe eingesetzt.

**IX. 4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl 4-methoxybenzyl(2-methoxyethyl)carbamate**



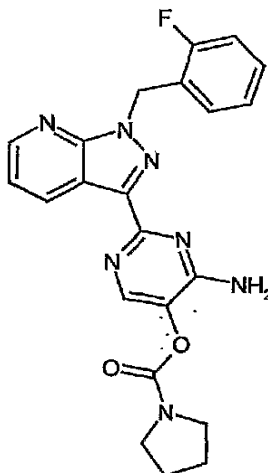
100 mg ( 0.30 mmol ) 4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinol aus Bsp. IV werden in 15 ml wasserfreiem Pyridin suspendiert und auf 110°C erhitzt. Dazu gibt man 92.0 mg (0.36 mmol) 4-Methoxybenzyl(2-methoxyethyl)carbamoylchlorid aus Bsp. VIII und lässt bei ca. 2h bei 110°C rühren. Zur Aufarbeitung engt man die Reaktionslösung am Rotationsverdampfer ein, nimmt den Rückstand in Dichlormethan auf, wäscht mit gesättigter Ammoniumchlorid-Lösung und mit gesättigter Natriumchlorid-Lösung, trennt die organische Phase ab und engt sie am Rotationsverdampfer ein. Chromatographie des Rückstands über Kieselgel mit Dichlormethan/Methanol (100:1) lieferte das noch Produkt in 57%iger Reinheit und wurde ohne weitere Reinigung in die nächste Reaktion eingesetzt.

Rf-Wert: 0,86 (Dichlormethan/Methanol 10:1)

### Beispiele

Die Darstellung der Carbamate erfolgte mit Natriumhydrid in Tetrahydrofuran (THF) oder ohne Hilfsbase in Pyridin als Lösungsmittel. Für jeden der beiden Reaktionswege sind nachfolgend veranschaulichende Beispiele aufgeführt.

1. 4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl-1-pyrrolidincarboxylat



10

Zu einer Suspension von 50.0 mg (0.15 mmol) 4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinol aus Beispiel IV in 2 ml THF wurden bei RT 3.5 mg (0.15 mmol) Natriumhydrid zugegeben. Nachdem die Mischung 30 min bei RT gerührt wurde, wurden 21.8 mg (0.16 mmol) 1-Pyrrolidincarbonylchlorid zugegeben und die Mischung wurde über Nacht bei RT gerührt. Das Produkt wurde per Dünnschichtchromatographie gereinigt (Kieselgel, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/MeOH 10:1).

15

Ausbeute.: 50.4 g (78.2 %)

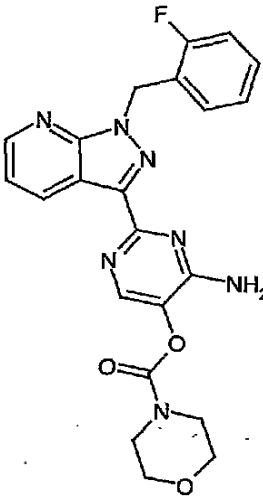
<sup>1</sup>H-NMR: (400 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>): δ = 1.81 - 1.93 (m, 4H), 3.32 (t, J = 6.5 Hz, 2H), 3.57 t, J = 6.5 Hz, 2H), 5.81 (s, 2H), 7.05 - 7.30 (m, 5H), 7.31 - 7.44 (m, 2H), 8.12 (s, 1H), 8.63 (d, J = 4.4 Hz, 1H), 8.92 (d, J = 7.9 Hz, 1H).

20

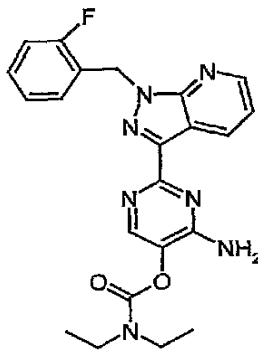
MS: ESI pos.),  $m/z = 434.4$  ( $[M+H]^+$ )

Auf die gleiche Weise wurde erhalten:

5

Bsp.	Formel	Ausbeute (%)	<sup>1</sup> H-NMR
2 (aus IV und 4- Morpholin- carbonyl- chlorid)		85	<sup>1</sup> H-NMR: (300 MHz, DMSO-d <sub>6</sub> ): $\delta = 3.37 - 3.77$ (m, 8H), 5.82 (s, 2H), 7.05 - 7.30 (m, 5H), 7.31 - 7.44 (m, 2H), 8.12 (s, 1H), 8.64 (d, J = 4.4 Hz, 1H), 8.94 (d, J = 7.9 Hz, 1H).

3. 4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl-diethylcarbamate



100 mg ( 0.297 mmol ) 4-amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinol aus Beispiel IV werden in 15 ml wasserfreiem Pyridin suspendiert und auf 110°C erhitzt. Dazu gibt man 48.4 mg (0.357 mmol) N,N-Diethylcarbamoylchlorid und rührt 2h bei 110°C. Anschließend engt man die Reak-  
5 tionslösung am Rotationsverdampfer ein. Der Rückstand wird über Kieselgel mit Dichlormethan/Methanol 100:1 chromatographiert.

Ausbeute: 90.5 g (69.9 %)

Rf-Wert: 0.86 (Dichlormethan/Methanol 10:1)

<sup>1</sup>H-NMR: (200 MHz, D<sub>6</sub>-DMSO),  $\delta$  = 1.07-1.28 (m, 6H, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>),  
10 3.22-3.53 (m, 4H, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>), 5.83 (s, 2H, CH<sub>2</sub>),  
7.10-7.42 (m, 7H, Ar-H und NH<sub>2</sub>), 8.09 (s, 1H, Pyrimidin-H),  
8.63 (dd, 1H, Pyridin-H), 8.94 (dd, 1H, Pyridin-H)

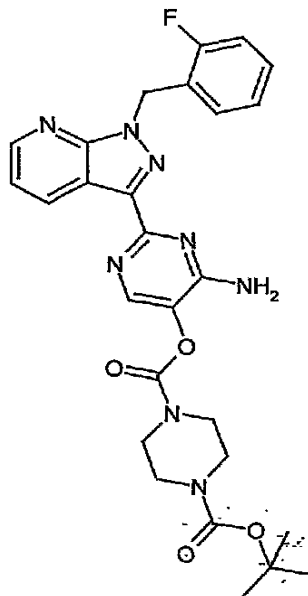
MS: (ESI pos.),  $m/z$  = 436.2 ([M+H]<sup>+</sup>), 871.0 ([2M+H]<sup>+</sup>)

- 36 -

Analog wurde hergestellt:

4. 1-{4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl}-4-tert-butyl-1,4-piperazindicarboxylat

5



Ausbeute: 36.4 %

Rf-Wert: 0.77 (Dichlormethan/Methanol 10:1)

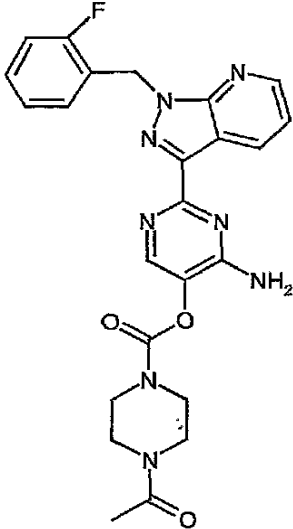
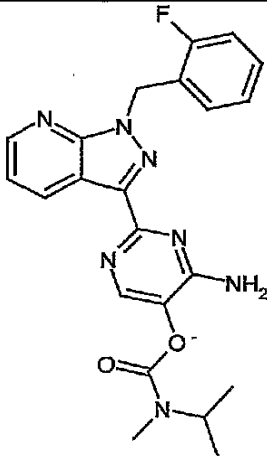
10 <sup>1</sup>H-NMR: (200 MHz, D<sub>6</sub>-DMSO). Das Spektrum weist E/Z-Rotamerie der Carbamat-Gruppe auf.

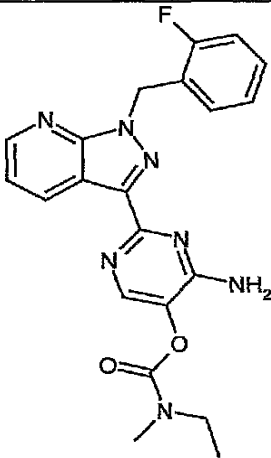
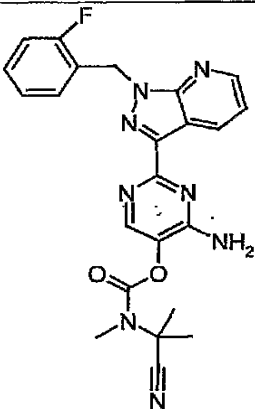
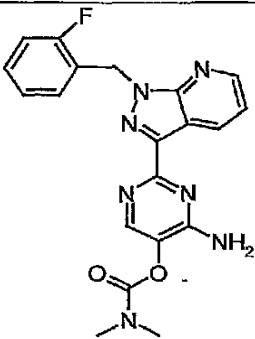
15  $\delta$  = 1.39 und 1.42 (2s, 9H, C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>), 3.09-3.14 (m, 1H, Piperazin-H), 3.26-3.34 (m, 1H, Piperazin-H), 3.36-3.48 (br.s, 6H, Piperazin-H), 3.52-3.64 (br.s, 2H, Piperazin-H), 5.81 (s, 2H, CH<sub>2</sub>), 7.10-7.27 (m, 5H, Ar-H und NH<sub>2</sub>), 7.30-7.40 (m, 2H, Ar-H), 8.12 (s, 1H, Pyrimidin-H), 8.63 (dd, 1H, Pyridin-H), 8.94 (dd, 1H, Pyridin-H)

MS: (ESI pos.),  $m/z$  = 549.1 ([M+H]<sup>+</sup>)

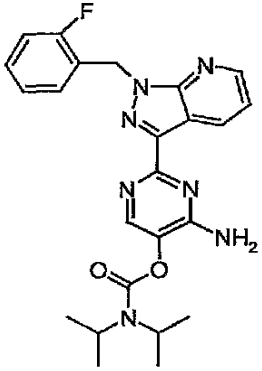
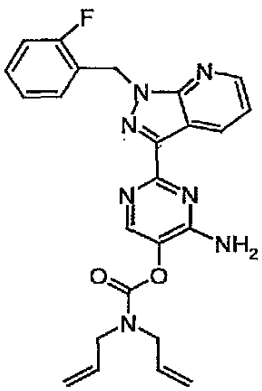
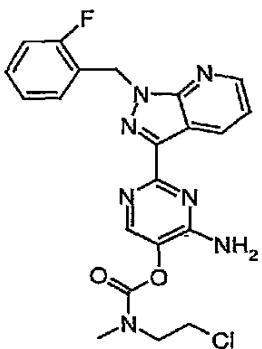
20

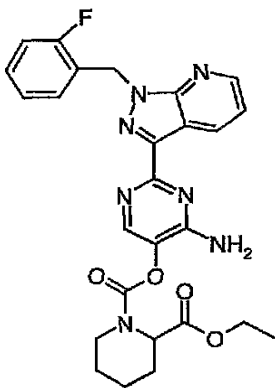
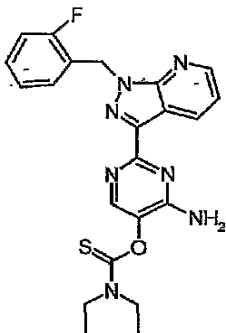
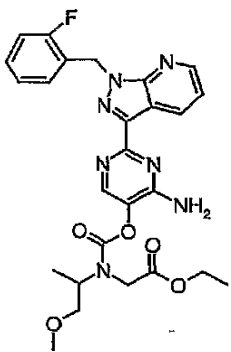
Analog wurden hergestellt:

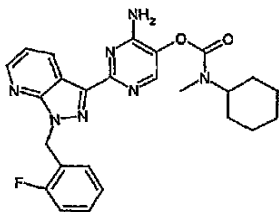
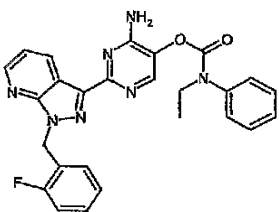
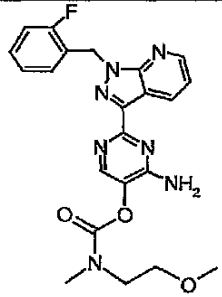
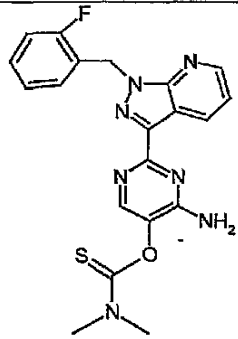
Bsp.	Formel	Ausbeute (%)	Spektroskopische Daten
<p>5</p> <p>(aus IV und 4-Acetyl-1-piperazin-carbonyl-chlorid))</p>		68	<p>MS-ESI pos. (m/z): 491,1 [M+H]<sup>+</sup></p> <p>Retentionszeit (min): 3,87 (Methode B)</p> <p>Rf-Wert CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/MeOH 10:1: 0,39</p>
<p>6</p> <p>(aus IV und N-Isopropyl-N-methyl-amino-carbonyl-chlorid)</p>		67	<p>MS-ESI pos. (m/z): 436,2 [M+H]<sup>+</sup>, 870,92 [2 M+H]<sup>+</sup></p> <p>Retentionszeit (min): 4,19 (Methode B)</p> <p>Rf-Wert CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/MeOH 10:1: 0,91</p>

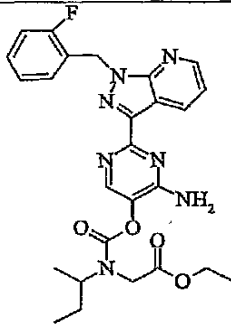
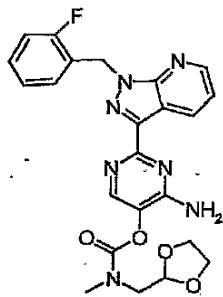
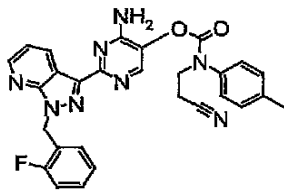
Bsp.	Formel	Ausbeute (%)	Spektroskopische Daten
7 (aus IV und N-Ethyl-N-methylamino- carbonyl- chlorid)		64	MS-ESI pos. (m/z): 422,0 [M+H] <sup>+</sup> , 842,9 [2 M+H] <sup>+</sup> Retentionszeit (min): 4,07 (Methode B) Rf-Wert CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> /MeOH 10:1: 0,90
8 (aus IV und N-(1-Cyano- 1-methyl- ethyl)-N-methylamino- carbonyl- chlorid)		35	MS-ESI pos. (m/z): 461,2 [M+H] <sup>+</sup> Retentionszeit (min): 4,19 (Methode B) Rf-Wert CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> /MeOH 10:1: 0,84
9 (aus IV und N,N-Dimeth- ylaminocar- bonylchlorid)		63	MS-ESI pos. (m/z): 408,3 [M+H] <sup>+</sup> , 814,9 [2 M+H] <sup>+</sup> Retentionszeit (min): 3,96 (Methode B) Rf-Wert CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> /MeOH 10:1: 0,73

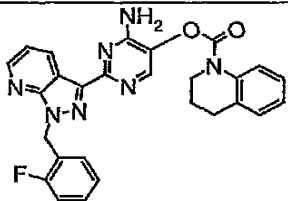


Bsp.	Formel	Ausbeute (%)	Spektroskopische Daten
10 (aus IV und N,N-Diisopropylaminocarbonylchlorid)		58	MS-ESI pos. (m/z): 464 [M+H] <sup>+</sup> , 927 [2 M+H] <sup>+</sup> Retentionszeit (min): 4,44 (Methode B) Rf-Wert CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> /MeOH 10:1:
11 (aus IV und N,N-Diallylaminocarbonylchlorid)		45	MS-ESI pos. (m/z): 460 [M+H] <sup>+</sup> Retentionszeit (min): 4,34 (Methode B) Rf-Wert CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> /MeOH 10:1:
12 (aus IV und N-2-Chlorethyl-N-methylaminocarbonylchlorid)		39	MS-ESI pos. (m/z): 456 [M+H] <sup>+</sup> Retentionszeit (min): 4,16 (Methode B) Rf-Wert CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> /MeOH 10:1:

Bsp.	Formel	Ausbeute (%)	Spektroskopische Daten
13 (aus IV und 2-Ethoxy- carbonyl- piperidin-N- carbonyl- chlorid)		21	MS-ESI pos. (m/z): 520 [M+H] <sup>+</sup> , 1039 [2 M+H] <sup>+</sup> Retentionszeit (min): 4,39 (Methode B) Rf-Wert CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> /MeOH 10:1:
14 (aus IV und N,N-Diethyl- thiocarbonyl- chlorid)		79,1	MS-ESI pos. (m/z): 452 [M+H] <sup>+</sup> Retentionszeit (min): 4,43 (Methode B)
15 (aus IV und N-(2-Meth- oxy-1-meth- yl-ethyl)- (ethoxycar- bonylmeth- yl)-amino- carbonyl- chlorid))		62	MS-ESI pos. (m/z): 538,2 [M+H] <sup>+</sup> Retentionszeit (min): 4,39 (Methode B)

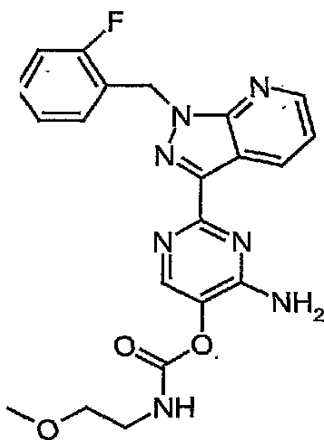
Bsp.	Formel	Ausbeute (%)	Spektroskopische Daten
16 (aus IV und N-Methyl-N-cyclohexyl-amino-carbonyl-chlorid)		67,6	MS-ESI pos. (m/z): 538,2 [M+H] <sup>+</sup> Retentionszeit (min): 4,53 (Methode B)
17 (aus IV und N-Ethyl-N-phenyl-amino-carbonyl-chlorid)		71,4	MS-ESI pos. (m/z): 484 [M+H] <sup>+</sup> Retentionszeit (min): 4,47 (Methode B)
18 (aus IV und N-Methyl-N-methoxy-ethyl-amino-carbonyl-chlorid)		28,5	MS-ESI pos. (m/z): 452,3 [M+H] <sup>+</sup> Retentionszeit (min): 4,10 (Methode B)
19 (aus IV und N,N-Di-methylthio-carbonyl-chlorid)		70,4	MS-ESI pos. (m/z): 424 [M+H] <sup>+</sup> Retentionszeit (min): 4,20 (Methode B)

Bsp.	Formel	Ausbeute (%)	Spektroskopische Daten
20 (aus IV und N-2-butyl- N-ethoxy- carbonyl- methyl- amino- carbonyl- chlorid)		57,7	MS-ESI pos. (m/z): 522 [M+H] <sup>+</sup> , 1043 [2 M+H] <sup>+</sup> Retentionszeit (min): 4,47 (Methode B)
21 (aus IV und N-Methyl-N- (1,3-Dioxo- lan-2-yl)- methylamino- carbonyl- chlorid)		22,2	MS-ESI pos. (m/z): 480 [M+H] <sup>+</sup> Retentionszeit (min): 4,05 (Methode B)
22 (aus IV und N-(p-tolyl)- N-(2-cyano- ethyl)-amino- carbonyl- chlorid)		20,4	MS-ESI pos. (m/z): 523 [M+H] <sup>+</sup> Retentionszeit (min): 4,37 (Methode B)

Bsp.	Formel	Ausbeute (%)	Spektroskopische Daten
23 (aus IV und 1,2,3,4-Tetra- hydrochino- lin-N- carbonyl- chlorid)		15,4	MS-ESI pos. (m/z): 496 [M+H] <sup>+</sup> Retentionszeit (min): 4,45 (Methode B)

24. 4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidin-yl 2-methoxyethylcarbammat

5



160.3 mg (0.29 mmol) 4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidin-yl 4-methoxybenzyl(2-methoxyethyl)carbammat aus Bsp. IX werden in 3 ml Trifluoressigsäure gelöst und 6h bei 60°C gerührt. Zur Aufarbeitung gießt man die Reaktionslösung auf Eiswasser, neutralisiert vorsichtig mit Natriumhydrogencarbonat, extrahiert 3x mit Dichlormethan, trocknet die org. Phase über Natriumsulfat und engt ein. Der Rückstand wird über Kieselgel mit Dichlormethan/Methanol (30:1) chromatographiert.

15 Ausbeute: 28.3 g (22.5%)

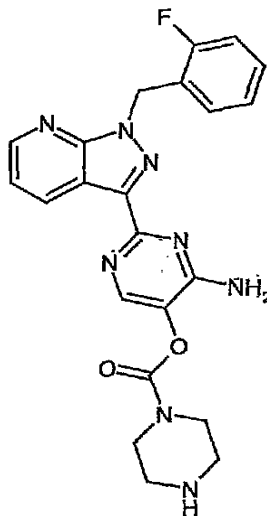
- 44 -

Rf-Wert: 0.88 (Dichlormethan/Methanol 10:1)

<sup>1</sup>H-NMR: (200 MHz, CDCl<sub>3</sub>): δ = 3.39 (s, 3H, OCH<sub>3</sub>), 3,43-3,58 (m, 4H, CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>), 5,15-5,28 (br. s, 2H, NH<sub>2</sub>), 5,50-5,63 (m, 1H, NH), 5,93 (s, 2H, CH<sub>2</sub>), 6,86-7,30 (m, 5H, Ar-H), 8.37 (s, 1H, Ar-H), 8.59 (dd, 1H, Ar-H), 8.92 (dd, 1H, Ar-H).

MS: ESI pos.: *m/z* = 438,2 [M+H]<sup>+</sup>

25. 4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl-1-piperazinecarboxylat



214.2 mg (0.390 mmol) 1-{4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl}-4-tert-butyl-1,4-piperazindicarboxylat aus Beispiel 4 werden in 5 ml Dichlormethan gelöst und mit 5 ml Trifluoressigsäure versetzt. Man lässt 1h bei Raumtemperatur rühren. Zur Aufarbeitung neutralisiert man mit 1N Natriumhydroxid-Lösung und extrahiert dreimal mit Dichlormethan. Die organische Phase wird über Natriumsulfat getrocknet und am Rotationsverdampfer eingengt.

Ausbeute: 123.1 mg (64.0 %)

Rf-Wert: 0.16 (Dichlormethan/Methanol 10:1)

<sup>1</sup>H-NMR: (200 MHz, D<sub>6</sub>-DMSO). δ = 2.67-2.81 (br.s, 4H, Piperazin-H), 3.21-3.41 (br.s, 2H, Piperazin-H, fällt zusammen mit H<sub>2</sub>O-Signal),

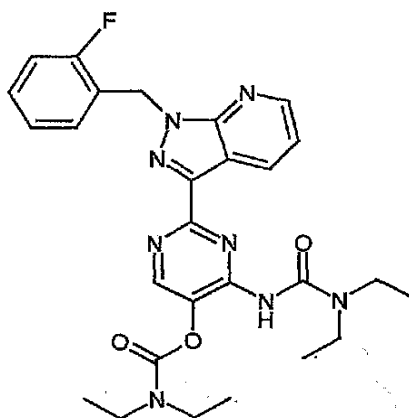
- 45 -

3.42-3.59 (br.s, 2H, Piperazin-H), 5.81 (s, 2H, CH<sub>2</sub>), 7.08-7.41 (m, 7H, Ar-H und NH<sub>2</sub>), 8.10 (s, 1H, Pyrimidin-H), 8.63 (dd, 1H, Pyridin-H), 8.93 (dd, 1H, Pyridin-H)

MS: (ESI pos.),  $m/z$  = 449.2 ([M+H]<sup>+</sup>)

5

26. 4-[[[(Diethylamino)carbonyl]amino]-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl]diethylcarbamate



10

100 mg (0.297 mmol) 4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinol aus Beispiel IV werden in 5 ml wasserfreiem THF suspendiert und mit 7.51 mg (0.297 mmol) Natriumhydrid (95%ig) versetzt. Man lässt 30 min bei Raumtemperatur rühren. Nun gibt man 44.35 mg (0.327 mmol) N,N-Diethylcarbamoylchlorid zu und lässt über Nacht bei Raumtemperatur rühren. Man gibt vorsichtig Wasser zu und extrahiert dreimal mit Ethylacetat. Die organische Phase wird über Natriumsulfat getrocknet und am Rotationsverdampfer eingengt. Der Rückstand wird über Kieselgel mit Dichlormethan/Methanol 100:1 und anschließend über präparative HPLC (Säule: Kromasil 100 C 18 5 µm 250x20 mm Nr. 101132R, Fluss: 25 ml/min, Temp. 50°C, Wasser/Acetonitril 50/50) chromatographiert.

15

20

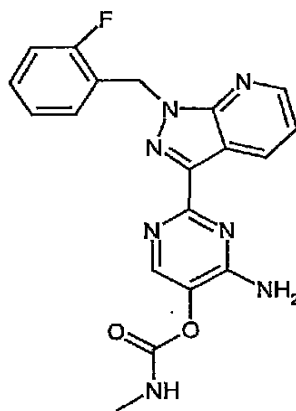
Ausbeute: 29.9 g (18.8 %)

R<sub>f</sub>-Wert: 0.88 (Dichlormethan/Methanol 10:1)

<sup>1</sup>H-NMR: (400 MHz, D<sub>6</sub>-DMSO), δ = 1.07-1.19 (m, 12H, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>), 3.26-3.41 (m, 8H, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>), 5.85 (s, 2H, CH<sub>2</sub>), 7.11-7.44 (m, 5H, Ar-H), 8.52

(s, 1H, Pyrimidin-H), 8.68 (dd, 1H, Pyridin-H), 9.02 (dd, 1H, Pyridin-H), 9.39 (br.s, 1H, NH)

27. 4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl- methylcarbamat



- 562.5 mg (1.04 mmol) 4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl-3,4-dimethoxybenzyl(methyl)carbamate aus Beispiel VI werden in 10 ml Trifluoressigsäure gelöst und 4h bei 60°C gerührt. Zur Aufarbeitung gießt man die Reaktionslösung auf Eiswasser, neutralisiert vorsichtig mit Natriumhydrogencarbonat, extrahiert dreimal mit Dichlormethan, trocknet die organische Phase über Natriumsulfat und engt ein. Der Rückstand wird über Kieselgel mit Dichlormethan/Methanol (zunächst 100:1, dann 30:1) chromatographiert.

Ausbeute: 123.8 g (30.4 % über 2 Stufen)

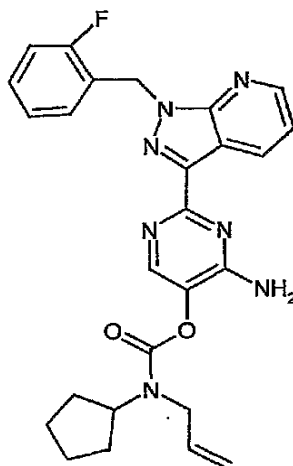
MS(MALDI pos.):  $m/z = 394.18 ([M+H]^+)$ , 416.15 ( $[M+Na]^+$ )

Rf-Wert: 0.67 (Dichlormethan/Methanol 10:1)

$^1\text{H-NMR}$ : (200 MHz,  $\text{D}_6\text{-DMSO}$ ). Das Spektrum weist E/Z-Rotamerie der Carbamat-Gruppe auf. Im folgenden werden nur die Signale des Hauptrotamers beschrieben:  $\delta = 2.70$  (d, 3H,  $\text{CH}_3$ ), 5.81 (s, 2H,  $\text{CH}_2$ ), 7.07-7.41 (m, 7H, Ar-H und  $\text{NH}_2$ ), 7.62 (br. q, 1H, NH), 8.11 (s, 1H, Pyrimidin-H), 8.62 (dd, 1H, Pyridin-H), 8.93 (dd, 1H, Pyridin-H)



28. 4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl- allyl(cyclopentyl)carbamate



5

- 100 mg (0.297 mmol) 4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinol aus Beispiel IV werden in 15 ml wasserfreiem Pyridin suspendiert und auf 110°C erhitzt. Dazu gibt man portionsweise 67.0 mg (0.357 mmol) Allyl(cyclopentyl)carbamoylchlorid aus Beispiel VII und lässt 2h bei 110°C rühren. Zur Aufarbeitung engt man die Reaktionslösung ein, nimmt den Rückstand in Dichlormethan auf, extrahiert einmal mit gesättigter Ammoniumchlorid-Lösung und einmal mit gesättigter NaCl-Lösung, trocknet die organische Phase über Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> und engt am Rotationsverdampfer ein. Der Rückstand wird über Kieselgel mit Dichlormethan/Methanol 100:1 chromatographiert.

15

Ausbeute: 105 mg (72 %)

R<sub>f</sub>-Wert: 0.92 (Dichlormethan/Methanol 10:1)

<sup>1</sup>H-NMR: (200 MHz, D<sub>6</sub>-DMSO), δ = 1.37-1.98 (br. m, 8H, Cyclopentyl-CH<sub>2</sub>), 3.80-4.05 (br. m, 2H, Allyl-CH<sub>2</sub>N), 4.22-4.53 (br. m, 1H, Cyclopentyl-CHN), 5.07-5.29 (br. m, 2H, olefinische Allyl-CH<sub>2</sub>), 5.80-6.10 (br. m, 1H, olefinische Allyl-CH), überlagert von 5.81 (s, 2H, CH<sub>2</sub>), 7.04-7.41 (m,

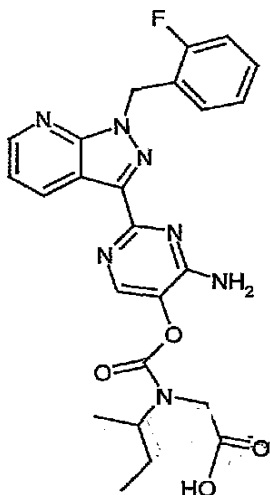
20

- 48 -

7H, Ar-H und NH<sub>2</sub>), 8.08 (s, 1H, Pyrimidin-H), 8.64 (dd, 1H, Pyridin-H), 8.92 (dd, 1H, Pyridin-H)

MS: (ESI pos.),  $m/z$  = 488 ([M+H]<sup>+</sup>), 975 ([2M+H]<sup>+</sup>)

- 5      29.      N-[(4-Amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl} oxy)carbonyl]-N-(sec-butyl)glycin



- 10      73.5 mg (0.141 mmol) Ethyl-N-[(4-amino-2-[1-(2-fluorobenzyl)-1H-pyrazolo[3,4-b]pyridin-3-yl]-5-pyrimidinyl} oxy)carbonyl]-N-(sec-butyl)glycinate aus Beispiel 20 werden in 3 ml THF/ Wasser/ Methanol 1:1:1 gelöst. Dazu gibt man 5.1 mg (0.12 mmol) Lithiumhydroxid-monohydrat und lässt 1h bei RT rühren. Zur Aufarbeitung extrahiert man 3x mit je 10 ml CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> und 1x mit gesättigter NaCl-Lsg., trocknet
- 15      über Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> und engt am Rotationsverdampfer zur Trockne ein.

Der Rückstand wird über präparative HPLC (Säule: Cromsil 120 ODS, C-18, 10 µm, 250X30 mm, Fluss 50 ml/min, Raumtemp., Gradient: Wasser Acetonitril bei 0 min: 90:10, bei 28 min 5:95) gereinigt.

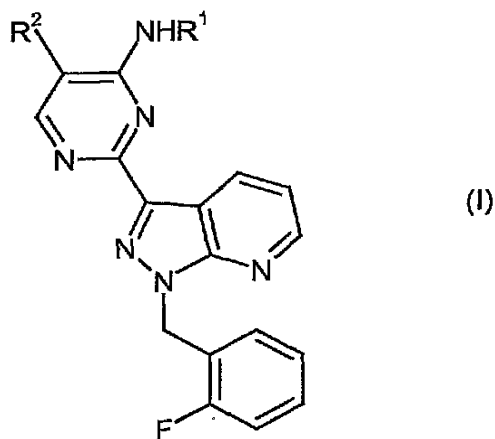
R<sub>f</sub>-Wert: 0,25 (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/ CH<sub>3</sub>OH 10:1)

- 20      HPLC-Retentionszeit: 3.55 (Methode F)

MS-ESI pos.: ( $m/z$ ): 494.3 [M+H]<sup>+</sup>, 987.3 [2M+H]<sup>+</sup>

Patentansprüche

## 1. Verbindungen der allgemeinen Formel (I)



5

worin

$R^1$  für Wasserstoff oder einen Di- $C_{1-6}$ -alkylaminocarbonylrest steht,

10

$R^2$  für einen Rest der Formel  $-O-CX-NR^3R^4$  steht,

wobei

15

X für O oder S steht;

20

$R^3$  und  $R^4$  gleich oder voneinander verschieden sein können und für einen Rest aus der Gruppe, bestehend aus H, gegebenenfalls substituiertem  $C_{1-6}$ -Alkyl, gegebenenfalls substituiertem  $C_{1-6}$ -Alkoxy- $C_{1-6}$ -alkyl, gegebenenfalls substituiertem Hydroxy- $C_{1-6}$ -alkyl, gegebenenfalls substituiertem  $C_{2-6}$ -Alkenyl, gegebenenfalls substituiertem  $C_{1-6}$ -Alkylcarbonyloxy- $C_{1-6}$ -alkyl,

- 50 -

5 gegebenfalls substituiertem C<sub>1-6</sub>-Alkoxy-carbonyl-C<sub>1-6</sub>-alkyl, gegebenfalls substituiertem Hydroxycarbonyl-C<sub>1-6</sub>-alkyl, gegebenfalls mit einem C<sub>1-6</sub>-Alkylrest substituiertem Phenyl, einem gegebenfalls über einen C<sub>1-6</sub>-Alkylrest an das Stickstoffatom gebundenen gesättigten fünf- bis siebengliedrigen Heterocyclus oder gegebenfalls substituiertem C<sub>3-8</sub>-Cycloalkyl, steht, wobei R<sup>3</sup> und R<sup>4</sup> nicht gleichzeitig H sein können;

10

oder

15 R<sup>3</sup> und R<sup>4</sup> zusammen mit dem Stickstoffatom, an das sie gebunden sind, einen fünf- bis siebengliedrigen gesättigten Heterocyclus bilden, der gegebenfalls ein weiteres Heteroatom aus der Gruppe N, O, S enthalten und/oder gegebenfalls substituiert bzw. mit einem Phenylring anelliert sein kann;

20

sowie Salze, Isomere und Hydrate davon.

2. Verbindungen nach Anspruch 1,

25

worin

R<sup>1</sup> für Wasserstoff oder einen Di-C<sub>1-6</sub>-alkylaminocarbonylrest steht,

30

R<sup>2</sup> für einen Rest der Formel -O-CX-NR<sup>3</sup>R<sup>4</sup> steht,

wobei

X für O oder S steht;

5

$R^3$  und  $R^4$  gleich oder voneinander verschieden sein können und für einen Rest aus der Gruppe, bestehend aus H,  $C_{1-6}$ -Alkyl, das gegebenenfalls einen CN- oder einen Halogensubstituenten trägt,  $C_{1-6}$ -Alkoxy- $C_{1-6}$ -alkyl, Hydroxy- $C_{1-6}$ -alkyl,  $C_{2-6}$ -Alkenyl,  $C_{1-6}$ -Alkylcarbonyloxy- $C_{1-6}$ -alkyl,  $C_{1-6}$ -Alkoxycarbonyl- $C_{1-6}$ -alkyl, Hydroxycarbonyl- $C_{1-6}$ -alkyl, Phenyl, p-Tolyl, einem über einen  $C_{1-6}$ -Alkandiyrest an das Stickstoffatom gebundenen gesättigten fünf- bis siebengliedrigen Heterocyclus mit bis zu 2 Sauerstoffatomen oder gegebenenfalls substituiertem  $C_{3-8}$ -Cycloalkyl, steht, wobei  $R^3$  und  $R^4$  nicht gleichzeitig H sein können;

10

15

20

oder

$R^3$  und  $R^4$  zusammen mit dem Stickstoffatom, an das sie gebunden sind, einen fünf- oder sechsgliedrigen gesättigten Heterocyclus bilden, der gegebenenfalls ein weiteres Heteroatom aus der Gruppe N, O, S enthalten und/oder gegebenenfalls einen Alkylcarbonyl- oder Alkoxycarbonyl-Substituenten kann;

25

30

sowie Salze, Isomere und Hydrate davon.

## 3. Verbindungen nach Anspruch 1,

worin

5

 $R^1$  für Wasserstoff oder einen Diethylaminocarbonylrest steht, $R^2$  für einen Rest der Formel  $-O-CX-NR^3R^4$  steht,

10

wobei

 $X$  für O oder S steht;

15

$R^3$  und  $R^4$  gleich oder voneinander verschieden sein können und für einen Rest aus der Gruppe, bestehend aus H, Methyl, Ethyl, iso-Propyl, Butan-2-yl, Methoxyethyl, 2-Methoxy-1-methylethyl, 1-Cyano-1-methylethyl, 2-Cyanoethyl, 2-Chlorethyl, Ethoxycarbonylmethyl, Hydroxycarbonylmethyl 2-Propenyl, Phenyl, p-Tolyl, 1,3-Dioxolan-2-methyl, Cyclohexyl oder Cyclopentyl, steht, wobei  $R^3$  und  $R^4$  nicht gleichzeitig H sein können;

20

25

oder

$R^3$  und  $R^4$  zusammen mit dem Stickstoffatom, an das sie gebunden sind, einen fünf- oder sechsgliedrigen gesättigten Heterocyclus bilden, der gegebenenfalls ein weiteres Heteroatom aus der Gruppe N, O enthalten und/oder gegebenenfalls einen Sub-

30

- 53 -

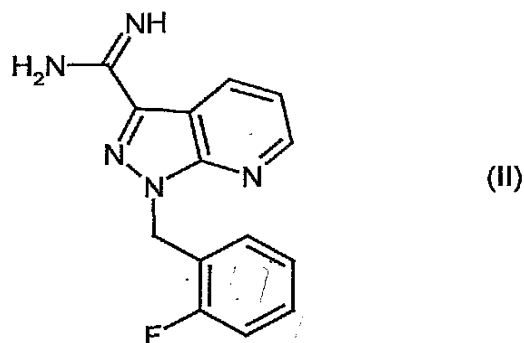
stituenten aus der Gruppe Methylcarbonyl, Ethoxycarbonyl oder t-Butoxycarbonyl, tragen kann, oder zusammen für 1,2,3,4-Tetrahydrochinolin-N-yl stehen;

5

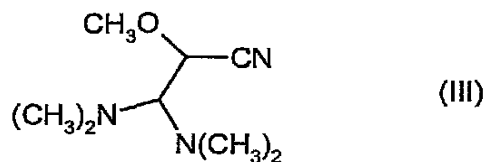
sowie Salze, Isomere und Hydrate davon.

4. Verfahren zur Herstellung von Verbindungen der Formel 1, umfassend die Umsetzung der Verbindung der Formel (II)

10



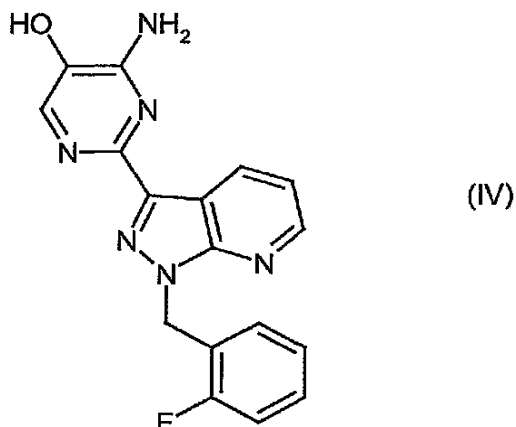
mit der Verbindung der Formel (III)



15

in einem organischen Lösungsmittel in Gegenwart einer Base unter Erhitzen und anschließender Überführung der Ethergruppe in die freie Hydroxygruppe zu Verbindungen der Formel (IV)

20



sowie die anschließende Umsetzung mit Verbindungen der Formel X-  
CO-NR<sup>3</sup>R<sup>4</sup>,

5

worin

X für einen Halogenrest, oder Alkoxyrest steht,

10

R<sup>3</sup> und R<sup>4</sup> die in Anspruch 1 angegebene Bedeutung haben;

in einem organischen Lösungsmittel gegebenenfalls in Gegenwart  
einer Base sowie gegebenenfalls unter anschließender Entfernung von  
Schutzgruppen zu Verbindungen der Formel (I).

15

5. Verbindungen der allgemeinen Formel (I) zur Behandlung von Krankheiten.

6. Arzneimittel enthaltend mindestens eine Verbindung der allgemeinen For-  
mel (I) gemäß Anspruch 1.

20

7. Verfahren zur Herstellung von Arzneimitteln, dadurch gekennzeichnet, dass  
man mindestens eine Verbindung der Formel (I) gemäß Anspruch 1, gegebe-  
nenfalls mit üblichen Hilfs- und Zusatzstoffen in eine geeignete Appli-  
kationsform überführt.



8. Arzneimittel enthaltend mindestens eine Verbindung der allgemeinen Formel (I) gemäß Anspruch 1 in Kombination mit organischen Nitraten oder NO-Donatoren.
- 5
9. Arzneimittel enthaltend mindestens eine Verbindung der allgemeinen Formel (I) gemäß Anspruch 1 in Kombination mit Verbindungen, die den Abbau von cyclischen Guanosinmonophosphat (cGMP) inhibieren.
- 10
10. Verwendung von Verbindungen der allgemeinen Formel (I) gemäß Anspruch 1 bei der Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen.
11. Verwendung von Verbindungen der allgemeinen Formel (I) gemäß Anspruch 1 bei der Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von Hypertonie.
- 15
12. Verwendung von Verbindungen der allgemeinen Formel (I) gemäß Anspruch 1 bei der Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von thromboembolischen Erkrankungen und Ischämien.
- 20
13. Verwendung von Verbindungen der allgemeinen Formel (I) gemäß Anspruch 1 bei der Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von sexueller Dysfunktion.
- 25
14. Verwendung von Verbindungen der allgemeinen Formel (I) gemäß Anspruch 1 bei der Herstellung von Arzneimitteln mit antiinflammatorischen Eigenschaften.
- 30
15. Verwendung von Verbindungen der allgemeinen Formel (I) gemäß Anspruch 1 bei der Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von Erkrankungen des Zentralnervensystems.

16. Verwendung gemäß einem der Ansprüche 10 bis 15, wobei die Verbindungen  
der allgemeinen Formel gemäß Anspruch 1 in Kombination mit organischen  
Nitraten oder NO-Donatoren oder in Kombination mit Verbindungen, die den  
5 Abbau von cyclischen Guanosinmonophosphat (cGMP) inhibieren, eingesetzt  
werden.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inventor's Application No.

PCT/EP 01/12966

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C07D471/04 A61K31/437 A61P9/00 A61P15/00  
 //(C07D471/04, 231:00, 221:00)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C07D A61K A61P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, CHEM ABS Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 00 06568 A (BAYER AG) 10 February 2000 (2000-02-10) cited in the application claims 1,13-17	1, 6, 10-14
A	WO 00 06569 A (BAYER AG) 10 February 2000 (2000-02-10) cited in the application claims 1,12-16	1, 6, 10-14

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 March 2002

Date of mailing of the international search report

11/04/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Alfaro Faus, I

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No  
PCT/EP 01/12966

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0006568	A	10-02-2000	DE 19834047 A1	03-02-2000
			AU 5283999 A	21-02-2000
			WO 0006568 A1	10-02-2000
			EP 1102767 A1	30-05-2001
WO 0006569	A	10-02-2000	DE 19834044 A1	03-02-2000
			AU 5284099 A	21-02-2000
			BG 105177 A	30-11-2001
			BR 9912562 A	02-05-2001
			CN 1317005 T	10-10-2001
			WO 0006569 A1	10-02-2000
			EP 1102768 A1	30-05-2001
			NO 20010149 A	26-03-2001
			SK 1302001 A3	06-08-2001

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 01/12966

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C07D471/04 A61K31/437 A61P9/00 A61P15/00  
//(C07D471/04, 231:00, 221:00)

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C07D A61K A61P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, CHEM ABS Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 00 06568 A (BAYER AG) 10. Februar 2000 (2000-02-10) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1,13-17	1,6, 10-14
A	WO 00 06569 A (BAYER AG) 10. Februar 2000 (2000-02-10) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1,12-16	1,6, 10-14

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. März 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/04/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Alfaro Faus, I

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In   
 nales Aktenzeichen  
PCT/EP 01/12966

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0006568	A	10-02-2000	DE 19834047 A1 03-02-2000
		AU 5283999 A 21-02-2000	
		WO 0006568 A1 10-02-2000	
		EP 1102767 A1 30-05-2001	
WO 0006569	A	10-02-2000	DE 19834044 A1 03-02-2000
		AU 5284099 A 21-02-2000	
		BG 105177 A 30-11-2001	
		BR 9912562 A 02-05-2001	
		CN 1317005 T 10-10-2001	
		WO 0006569 A1 10-02-2000	
		EP 1102768 A1 30-05-2001	
		NO 20010149 A 26-03-2001	
		SK 1302001 A3 06-08-2001	